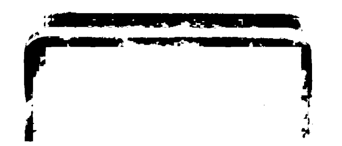

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
3 2106 02070 6666


LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
SANTA CRUZ



Das Weltall

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

Dr. F. S. Archenhold,

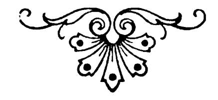
Direktor der Treptow-Sternwarte.

„Was die Natur tief im Verborgnen schafft, muß mir entschleiert und entsiegelt werden.“ (*Schiller.*)

11. Jahrgang

Oktober 1910 bis September 1911.

Mit 15 Beilagen und 203 Abbildungen.



Verlag der Treptow-Sternwarte
Treptow - Berlin.



Emil Dreyer's Buchdruckerei, Berlin S.W.



Das Weltall.

11. Jahrgang.

Mitarbeiter.

(Die Klammer bei der Seitenzahl zeigt an, daß der Artikel vom Verfasser nicht unterschrieben ist.)

Verzeichnis der Abbildungen.



Verzeichnis der Beilagen.

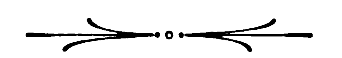
Inhaltsverzeichnis.

Aus dem Leserkreise.

Der gestirnte Himmel.

Kleine Mitteilungen.

Bücherschau.



Sach- und Namenregister.



Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL", Jahrg. 11, Heft 1.
(Zu H. Osthoff: „Über den Einfluß der Sonne auf die Erde".)

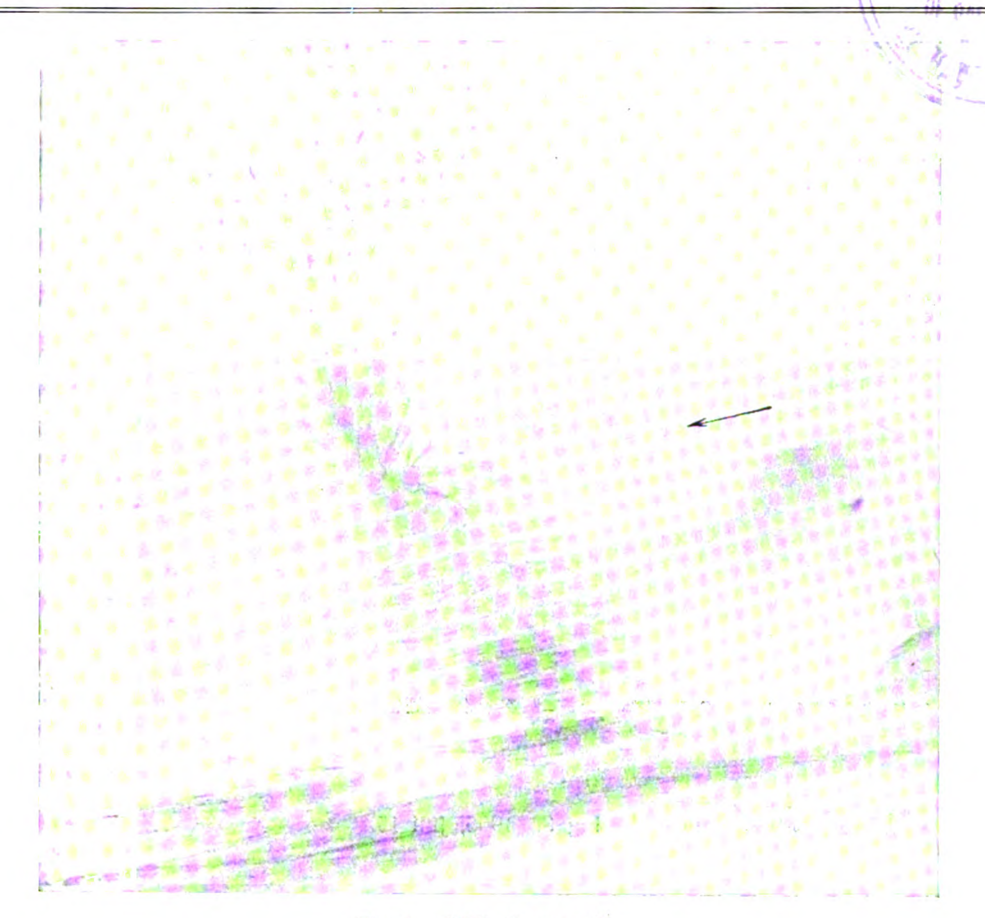


Fig. 1. 1885, Januar 17.



Fig 2. 1906, September 16.

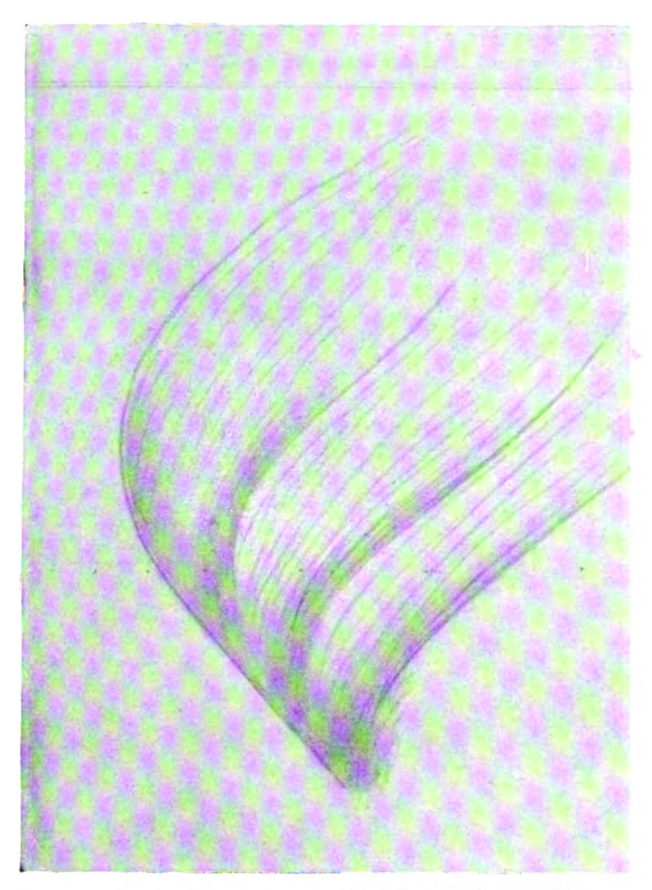


Fig. 3. 1906, Juli 15.

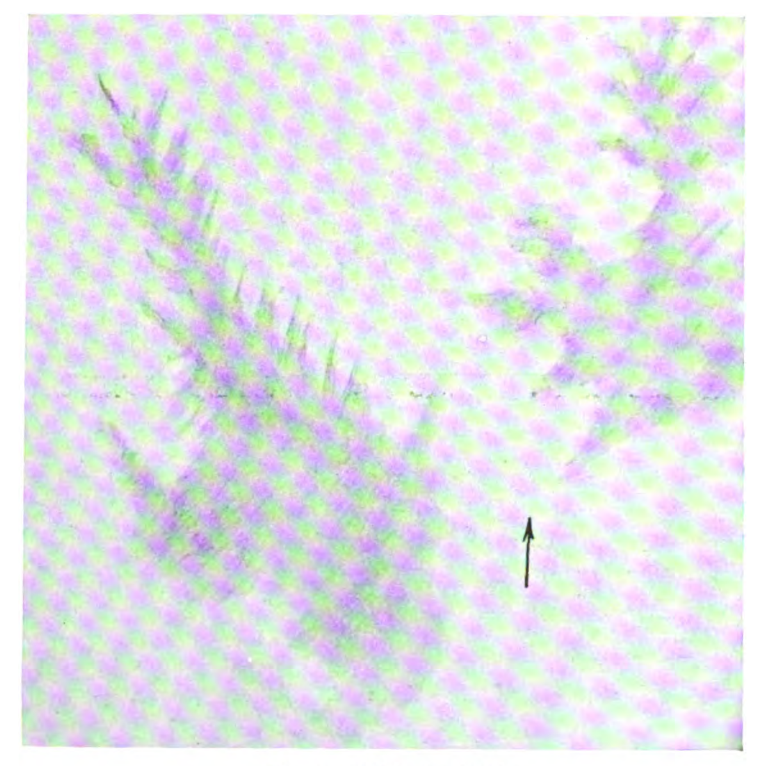


Fig. 4. 1902, April 26.

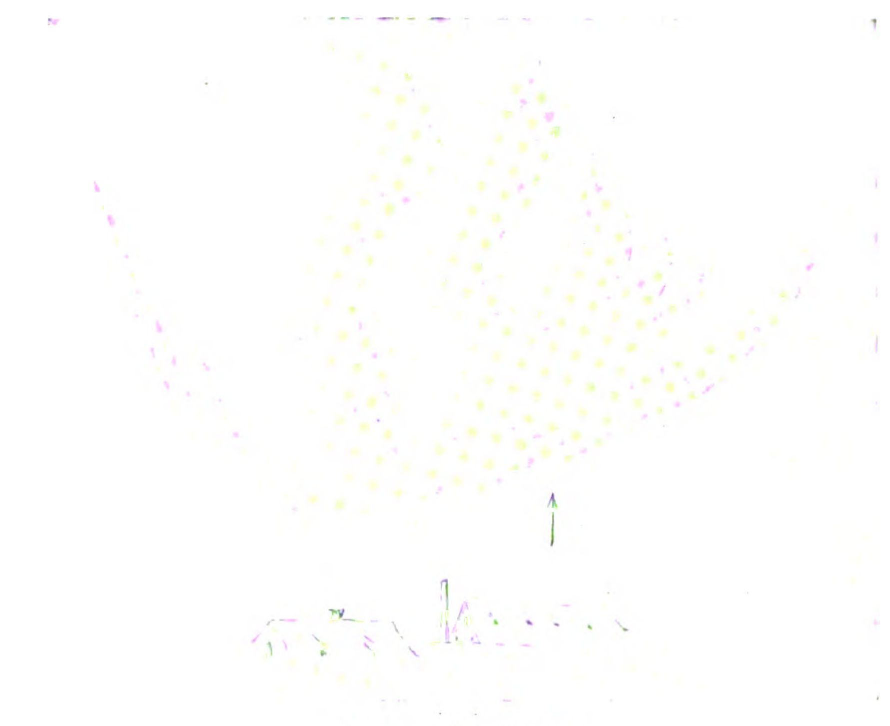


Fig. 5. 1903, Mai 27.

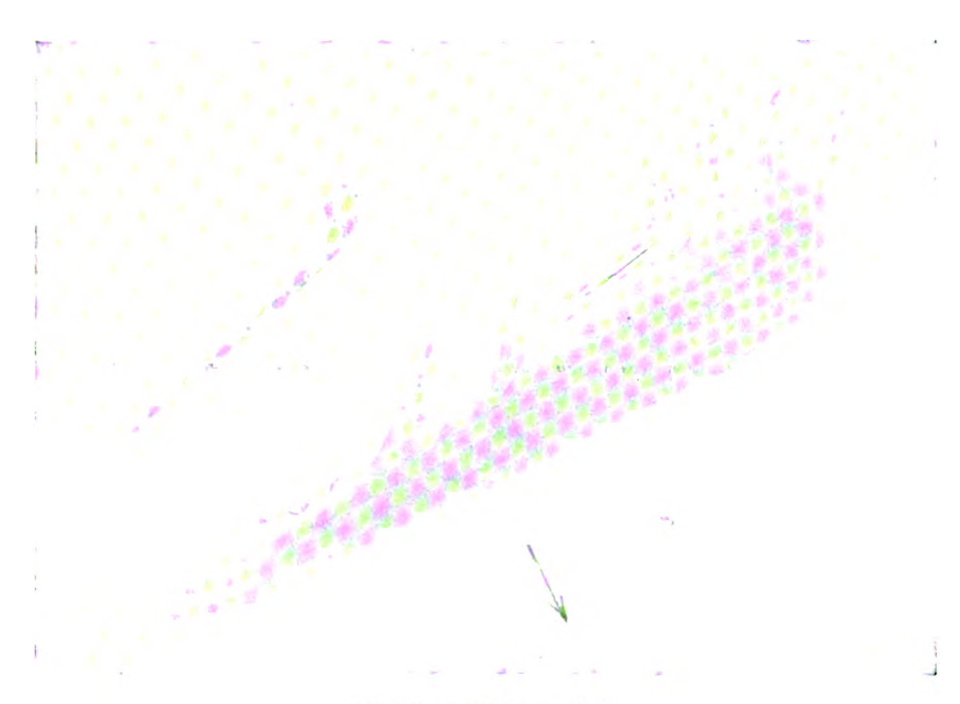


Fig. 6. 1903, August 8.

SW.

NE.

NW.

Fig. 7. 1906, Oktober 15

Fig. 8. 1906, Juli 15.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 1. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Treptow-Berlin. **1910 Oktober 1.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über den Einfluss der Sonne auf die Erde.

Von H. Osthoff.

(Mit einer Beilage.)

Daß das gesamte Leben auf der Erde, alles was Bewegung und Veränderung aufweist, von der Sonne abhängt und ohne ihre wohltätigen Strahlen in Todesstarre verfallen würde, ist eine alte Wahrheit. Und soweit menschliche Überlieferung reicht, bot sich kein Anlaß, an der Gleichmäßigkeit der Spenden, die uns die Sonne zu teil werden läßt, zu zweifeln.

Als nach der Entdeckung der 11jährigen Sonnenfleckenperiode der mit ihr völlig parallel verlaufende Gang der erdmagnetischen Elemente im Jahre 1852 durch Lamont, Sabine und Wolf nachgewiesen war, lag zum ersten Mal die Tatsache einer Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung vor, und damit begannen allgemein die Versuche, die Unregelmäßigkeiten im Verlaufe von allen möglichen irdischen Naturerscheinungen gleichfalls auf die wechselnde Menge der Sonnenflecken zurückzuführen. Man wollte die Einwirkung der Sonne im einzelnen nachweisen.

Beobachtungen über die Sonnenflecken finden sich zwar schon im Jahre 1610, aber erst von 1833, von Schwabes Auftreten an, sind die Flecken systematisch beobachtet worden, und erst von dieser Zeit an sind die über sie vorliegenden Daten zuverlässig genug, um Untersuchungen über ihre Periodizität den erforderlichen Grad von Sicherheit zu gewähren. R. Wolf konnte zwar von 1749 an die Relativzahlen berechnen, aber doch nur mit graphischer Überbrückung einiger Lücken.

Zahlreich ausgeführte Untersuchungen erwiesen sämtlich die 11jährige Fleckenperiode als vorhanden, außer ihr aber noch andere. Schon Wolf selbst ermittelte aus dem ganzen Material noch eine 55,5jährige Periode, die das Fünffache der gewöhnlichen von 11,1 Jahren ist. Ferner vermutete er noch Nebenperioden von $8^1/_3$ und 10 Jahren. William Lockyer fand aus den Relativ-



zahlen der 66 Jahre von 1833 bis 1900 außer der 11jährigen eine Periode von ungefähr 35 Jahren, die sich auch im Wechsel der Häufigkeit der Polarlichter und der magnetischen Stürme ausprägt und auch mit Brückners 35jährigen Klimaschwankungen übereinstimmt. Nichtsdestoweniger ist ein Mitwirken des Zufalls beim Zustandekommen dieser großen Periode nicht ausgeschlossen, denn der Beobachtungszeitraum für sie ist zu kurz.

Trotzdem die Relativzahlen vor 1833 der erforderlichen Sicherheit ermangeln, verwendete alsdann A. Schuster doch alle bis 1749 zurückreichenden Daten zu einer neuen Untersuchung, die ihm eine Periode von 4,8 Jahren lieferte, die sich den ganzen Zeitraum hindurch sogar beständiger erwies, als die 11jährige Hauptperiode. Außer diesen beiden ermittelte er noch eine von 8,3 Jahren. Man kann diese drei Perioden als Teile einer großen von 33,4 Jahren ansehen. Vielleicht ist noch eine vierte angedeutet im Betrage von 13,6 Jahren.

Zahllos sind nun die Forschungen nach einem Zusammenhange des 11jährigen Hauptwechsels der Anzahl der Sonnenflecke mit dem Verlauf von Wind und Wetter, mit dem Luftdruck, der Temperatur, der Regenmenge, der Bewölkung, der Stürme usw. Aber der Erfolg dieser endlosen Bemühungen ist höchst gering. Das hat seinen Grund darin, daß der Einfluß der direkten Sonnenstrahlung sich mit lokalen irdischen Einwirkungen mischt. Beschränkt man die Untersuchung auf einen einzigen Ort oder ein einzelnes Land, so steht man vor der eigenartigen Tatsache, daß sich die Witterung an weit von einander entfernten Gegenden oft geradezu entgegengesetzt verhält. Leidet z. B. Europa unter einem kalten und nassen Sommer, kann es in Nordamerika heiß und trocken sein. Die Voraussetzung eines die ganze Erde gleichzeitig und gleichsinnig treffenden kosmischen Einflusses trifft nicht zu. Immer gibt es Orte, an denen irgend ein unbekannter Umstand die anderwärts gefundene Wirkung der Sonne ins Gegenteil verkehrt. Man ist daher niemals sicher, ob ein herausgerechneter gleichsinniger Verlauf der Sonnenfleckenmenge mit irdischen Vorgängen auf Zufall beruht oder nicht.

Dazu kommt es dann bei solchen Untersuchungen noch viel auf die Länge der Beobachtungsreihe an, nicht minder auch auf die Art und Weise der Bearbeitung. Das ersieht man ja schon aus den verschiedenen Ergebnissen der Untersuchungen über die Periode der Sonnenflecken seitens verschiedener Autoren.

Was die der Erde von der Sonne zugesandte Wärme betrifft, so ist nach Köppen, Nordmann u. a. in den Tropen, in denen sich alle meteorologischen Vorgänge am reinsten abspielen, die Temperatur niedriger zur Zeit der größten Fleckenmenge. Aber der ganze Unterschied beläuft sich nur auf rund $^1/_2{}^0$. Für mittlere und höhere geographische Breiten zeigt sich gar kein bestimmter Zusammenhang, die Ergebnisse widersprechen sich für verschiedene Örtlichkeiten. Wenden wir uns von den wenig erfolgreichen Bemühungen der Meteorologen zu den astronomischen Beobachtungen, so erlangen wir ebenfalls keine sichere Auskunft darüber, zu welcher Zeit die Sonne eine größere oder geringere Wärmemenge aussendet als im Durchschnitt. Die beiden Lockyer schließen aus den Spektren der Sonnenflecke auf eine gesteigerte Wärmestrahlung, andere Forscher halten die Flecken ihrer Spektren wegen umgekehrt für Gebiete erniedrigter Temperatur und lassen gerade die Zeit der Sonnenfleckenmaxima als die einer verringerten Wärmestrahlung gelten. Beide Anschauungen haben ihre Anhänger. Daß sich als Folge einer gesteigerten Wärmestrahlung der Sonne

eine verminderte Temperatur in den Tropen der Erde ergeben kann, wird der durch die Wärme gesteigerten Verdunstung des Wassers zugeschrieben. Die Verdunstung hat ihrerseits vermehrte Wolkenbildung mit Regen im Gefolge und der Regen vermindert seinerseits wieder die Temperatur. Nun ist aber auch durch direkte Messungen eine Erniedrigung der Temperatur innerhalb der Flecken selbst nachgewiesen. Vorausgesetzt, daß dabei nicht irgend ein Fehler begangen ist, könnten doch die zugleich mit den Flecken zunehmenden Begleiterscheinungen, die Protuberanzen oder die Fackeln, oder infolge der gewaltigen Umwälzungen die ganze Photosphäre, wieder die Wärme vermehren. Dadurch würde ein Ausgleich herbeigeführt sein.

Ähnlich widerspruchsvoll sind auch die Untersuchungen über die Regenmenge, die Bewölkung und dergleichen ausgefallen. Stets gibt es Ausnahmegebiete, auf die ein anderweit nachgewiesener Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Wind und Wetter nicht zutrifft. Die Zusammenfassung der Beobachtungen vieler Orte zu Mittelwerten ist deshalb ebenso wenig sicher, wie die Beschränkung auf einen einzelnen, weil sich dabei die Überschreitungen der Mittelwerte im ganzen wieder ausgleichen können.

Jedenfalls aber ist die 11jährige Schwankung der Witterungselemente so unbedeutend, daß die verschiedenen Klimate durch sie in keiner Weise berührt werden. Ist es nicht sonderbar, daß die recht sicher zu erkennende 11jährige Fleckenperiode in den meteorologischen Beobachtungen kaum nachzuweisen ist? Da könnte man den Glauben an einen Wechsel des Einflusses der Sonne auf unser Wetter im einzelnen überhaupt verlieren und annehmen, daß die Licht- und Wärmestrahlung der Tagesherrscherin sich stets gleichbleibt. Und doch hat Brückner eine 35jährige Schwankung von Temperatur und Niederschlag nachweisen können (allerdings auch nicht ohne Ausnahmefälle), eine Periode, die in der Anzahl der Sonnenflecken gegen die 11jährige zurücktritt. Möglicherweise wird auch sie in der Zukunft nicht bestätigt.

Vielleicht sind die Sonnenflecke dabei garnicht das eigentlich Wirksame, als das sie uns wegen ihrer auffälligen Dunkelheit auf der hellen Sonnenoberfläche erscheinen.

Man hat nun auch andere Vorkommnisse auf der Erde auf die wechselnde Menge der Sonnenflecke zurückzuführen gesucht, sobald sich solche Ereignisse öfter wiederholten. Das sind z. B. Zeiten der Hungersnot in Indien, große Heuschreckenschwärme, ergiebige Heringsfänge u. a. m. Die Sonne wurde ebenso für sogenannte „Hitzewellen" verantwortlich gemacht, wie man andrerseits in den „Eisheiligen" des Mai eine 11jährige Periode und deshalb einen Zusammenhang mit den Sonnenflecken erkennen wollte. Flammarion läßt sogar die Brutzeit der Sperlinge und die Rückkehr der Zugvögel von der Sonne abhängig sein. Schließlich ist es soweit gekommen, daß alle möglichen Unglücksfälle, wie Dynamit- und Pulverexplosionen, dem unmittelbaren Einflusse des Tagesgestirns zugeschrieben wurden, sobald sich zufällig zu gleicher Zeit Flecke zeigten. Wie im Mittelalter die Kometen, so beschuldigt man heute die Sonne aller möglichen Schandtaten.

Nun besteht eine Fernwirkung der Sonne in andrer Art mit deutlich ausgeprägtem Wechsel ihrer Stärke aber doch. Es ist der zweifellos sicher nachgewiesene Zusammenhang der Menge der Sonnenflecke mit den Veränderungen des Erdmagnetismus und der Häufigkeit der Polarlichter.

Die Magnetnadel verhält sich niemals vollständig ruhig, und der Gang der Veränderungen schmiegt sich in 11jähriger Periode so genau der Sonnenfleckenkurve an, daß R. Wolf einen einfachen mathematischen Ausdruck hat angeben können, nach dem man die Größe der einen der beiden Erscheinungen aus der andern berechnen kann. Dieser mehr oder weniger regelmäßige Verlauf der erdmagnetischen Variationen wird aber gelegentlich durch plötzlich eintretende Störungen unterbrochen. Wenn sich nun auch oft genug ein unverkennbares Zusammentreffen einer magnetischen Störung mit dem Auftreten eines großen Sonnenflecks nachweisen ließ, besonders auffällig dann, wenn die Sonnenoberfläche sonst ziemlich fleckenfrei gewesen war, so übt doch keineswegs jeder große Sonnenfleck eine solche Wirkung aus, und dieses Ausbleiben einer magnetischen Störung hatte bereits vielfach zu Zweifeln an der Wirksamkeit der Sonnenflecke überhaupt geführt. Da zeigte Maunder durch eine Untersuchung der größeren in Greenwich beobachteten magnetischen Störungen, daß in ihrem Auftreten die synodische 27tägliche Rotation der Sonne zum Vorschein kommt (d. i. diejenige, nach deren Ablauf die Sonne wieder dieselbe Stelle der Erde zuwendet, während sonst keine einzige andere Zwischenzeit sich wiederholte. Er behauptete daraufhin, daß die Störungen jedesmal dann von einem Sonnenfleck verursacht würden, wenn dieser sich nahe dem Zentralmeridian auf der Sonnenscheibe befinde. Das kann sich bei mehreren Umdrehungen der Sonne wiederholen, auch wenn der Fleck inzwischen verschwunden sein sollte. Außerdem erstreckt sich diese Wirkung nicht nach allen Seiten, wie sich die Lichtstrahlen ausbreiten, sondern nur in einer bestimmten Richtung. Von dem Sonnenfleck geht ein schmales Strahlenbündel aus, das sich mit der Sonne dreht und nur, wenn es dabei die Erde trifft, eine Störung des Erdmagnetismus verursacht. Daher kann mancher Sonnenfleck vorübergehen, ohne sich auf Erden irgendwie bemerkbar zu machen. Wenn auch Maunder mit diesen Anschauungen keineswegs zuerst auftrat oder allein stand[1]), so stellte er doch die verwickelte Sache, gestützt auf die Greenwicher Beobachtungen, zum ersten Mal eingehend dar.

Solche Strahlenart, die sich nicht in Kugelwellen allseitig, sondern in geradlinigen, ziemlich schmalen Bündeln ausbreitet, kennen wir heute aus Experimentaluntersuchungen in den Kathodenstrahlen.

Mehrere Forscher nehmen an, daß die Sonne mit diesen Strahlen feine Teilchen, die sogenannten Ionen, elektrisierte Atome, aussendet, die, sobald sie die Erde erreichen, die magnetischen Störungen und die Polarlichter verursachen. Jedenfalls sind es die ultravioletten Strahlen der Sonne, die in den höchsten, stark verdünnten Schichten der Erdatmosphäre Ionisation zustande bringen können und dadurch die Luft selbst elektrisch leitend machen.

Was die Polarlichter anbelangt, so vermochte Fritz im Jahre 1862 den schon früher vermuteten Zusammenhang mit der Menge der Sonnenflecke festzustellen. Auch sie befolgen eine 11jährige Periode in Glanz und Häufigkeit, wenn auch deren Verlauf nicht so deutlich zutage tritt, wie der der Variationen des Erdmagnetismus.

Es ist mir nun gelungen, noch ein anderes irdisches Objekt ausfindig zu machen, das gleichfalls einem Einflusse der direkten Sonnenstrahlung unterliegt, und zwar sind das die Cirruswolken.

---

[1]) S. u. a. Archenhold, „Sonnenflecke, Erdströme und Nordlichter", im „Weltall" Jg. 4, S. 71, und Jg. 7, S. 157. Auf der Naturforscher-Versammlung zu Frankfurt a. M. 1896 und später in Karlsbad 1902 hat Dir. Archenhold die Ansicht ausgesprochen, daß aus dem Innern der Sonnenflecken elektrische Strahlen auf die Erde gesandt werden.



Die Cirren sind die höchsten aller Wolken; sie schweben in Höhen von durchschnittlich 10 km, können daher wegen der dort herrschenden niedrigen Temperatur nur aus Eisnadeln zusammengesetzt sein. Ihre oft so eigenartige Figur weicht von der der massigen Schichten und Ballen der tiefer schwebenden Wasserdampfwolken meistens auffallend ab und zeigt sich ähnlich Palmbäumen, Federn, Roßschweifen u. dgl. Man kann sie auch mit den Eisblumen an der Fensterscheibe vergleichen. Während sich die Gestalt der untern Wolken genügend durch das Walten und Mischen von Luftströmungen — verschieden an Temperatur und Feuchtigkeit — erklären lassen, ist das bei den Cirren nicht immer der Fall, daher denn noch vor einigen Jahren sich einer unserer angesehensten Meteorologen dahin aussprechen konnte, er wisse für die Formen der Cirruswolken keine rechte Erklärung.

Im Jahre 1883 lockte mich zum erstenmal der Anblick der damals wundervoll zart und oft symmetrisch gefügten fadenförmigen Cirren, mich näher mit ihnen zu beschäftigen, um einen Zusammenhang zwischen bestimmten Formen und dem kommenden Wetter ausfindig zu machen. Der Erfolg blieb jedoch aus. Da fiel mir mehrere Jahre später das andauernd unscheinbare Aussehen der Federwolken auf. Sie erschienen grob und breit und es fehlte das fadenförmige Gefüge. Eine daraufhin erfolgte Durchsicht meiner Beobachtungen ließ einen deutlichen parallelen Gang der Cirrusgestaltung mit der Sonnentätigkeit erkennen, der von den weiteren, bis heute gesammelten Erfahrungen bestätigt worden ist.

Wenn die Wolken überhaupt einer direkten Einwirkung der Sonnenstrahlen unterworfen sind, wird sich das am deutlichsten in den Cirren kund tun müssen, weil in ihrem Reiche die Luft sehr verdünnt ist, daher von den Strahlen der Sonne mehr durchdrungen (leichter ionisiert) wird und sodann, weil sie wegen ihrer Höhe dem störenden Einflusse der Erdoberfläche entrückt sind. Bei dem untersten Gewölk ist oft genug eine Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen, Gewässern, Bergen deutlich wahrnehmbar.

Nach meinen Wahrnehmungen lassen sich wohl die Grundformen der Cirren durch das Walten von Luftströmungen und Luftmischungen deuten. Aber zeitweilig werden sie durch den Einfluß derjenigen Strahlung mehr in Fäden aufgelöst und dadurch zierlicher gestaltet, die von der Sonne zur Zeit der Fleckenmaxima ausgesandt wird. (Fig. 1, 2, 3 unserer Beilage.) Da die neugebildeten Cirren oft nach kürzerer oder längerer Zeit das Zierliche verlieren, zu breiten, verschwommenen Flächen zusammenfließen, so kann man auch sagen: Die breitflächigen, groben Formen ohne zierliche Einzelheiten (Fig. 4, 5 und 6 unserer Beilage) sind jederzeit zu sehen, die symmetrisch fadenförmigen Gestalten hingegen nur während der Zeit größerer Tätigkeit der Sonne. Davon abgesehen ist die Menge der Cirruswolken in jedem Jahre durchschnittlich die gleiche.

Zu den auffallendsten Bildungen unter ihnen gehören die sog. Polarbanden, die langen Streifen, die, in Wahrheit parallel neben einander, am Himmelsgewölbe in zwei einander entgegengesetzten Punkten zusammen zu laufen scheinen. Ihr eigenartiges Gefüge zeigt sich in seiner vollkommensten Ausbildung nur selten, zur Zeit der größten Sonnentätigkeit. Es besteht aus einem schmalen, schnurgeraden Rückgrat, das 180° lang sein kann und an beiden Seiten entweder im rechten oder im spitzen Winkel angesetzte lange Fäden oder sonstige Anhängsel trägt. Diese Polarbanden scheinen von allen Cirruswolken die größten Höhen im Luftmeer inne zu haben.

Das Langstreifige an sich ist unter den Cirren jederzeit zu finden, aber es ist während der Sonnenfleckenminima schlicht verlaufend, breit, verschwommen, ohne die zierlichen Fadenbildungen. Die Seitenausläufer sind, wenn vorhanden, breitzackig.

Es würde jedenfalls etwas zur Erkenntnis dieser rätselhaften Bänder beitragen, wenn man ihre Entstehung verfolgen könnte. So vielfach ich Augenzeuge der Entwicklung von Cirruswolken aller Art gewesen bin, ist es mir doch noch nicht vergönnt gewesen, echte Polarbanden am blauen Himmel auftauchen zu sehen, wohl aber ähnliche Formen. Was die langen, schlichten Fäden und Streifen betrifft, so habe ich feststellen können, daß sie der Länge nach schnell aufschießen. Aber wie verhält es sich, wenn diese Streifen mit beiderseits abstehenden Querfäden ausgestattet sind? Kurze Bänder mit Seitenanhängseln (in der äußeren Form Palmbäumen gleichend), die ich hatte entstehen sehen, bildeten sich so, daß zuerst der Hauptstreif, der Stamm, auftauchte und alsdann diesem nach und nach an beiden Seiten Verzweigungen entquollen. Ähnlich könnte man den Vorgang auch bei den 180° langen Polarbanden erwarten. Am 15. Oktober 1906 bezog sich der Himmel aus Nordwesten her rasch mit langen, dünnen, schlichten Fäden, die übereinstimmend von Nordwest nach Südost lagen. Alsdann bildeten sich überall senkrecht zu ihnen (also Nordost bis Südwest) gerichtete lange und breite Bänder anscheinend dadurch aus, daß die langen, dünnen Fäden sich genau an denselben Stellen verdickten (Fig. 7 unserer Beilage). Hier waren die breiten, dicken, im Nordost und Südwest konvergierenden Bänder trotz ihrer Auffälligkeit nicht das Ursprüngliche, sondern eine Folgeerscheinung, wahrscheinlich Wogenwolken.

Die geradlinig fadenförmigen Cirren bieten überhaupt mit ihren rätselhaften Vorgängen der Beobachtung ein dankbares Feld, und man sollte sie verfolgen wie die Polarlichterscheinungen. Die beiderseits vom Rückgrat abstehenden Fäden können sich z. B. in ihrer Richtung verlängern. Ein paarmal habe ich gesehen, daß die rechtwinklig am Mittelstreif sitzenden Seitenfäden sich nach einiger Zeit schief zu ihm gestellt hatten. Wirkung der Perspektive war dabei ausgeschlossen, weil sich weder mein Standpunkt, noch Lage und Höhe des Streifens geändert hatten.

Am 15. Juli 1906 verfolgte ich ein nur kurzes, dickes Band, anscheinend aus zusammengedrängten Schäfchenwolken bestehend, sicher überhaupt nicht cirrös. Da begannen die einzelnen Teile des Bandes zu einer gleichmäßigen, einen Grad breiten Fläche zusammenzufließen, und an beiden Längsseiten bildete sich ein Gekräusel zarter Fäden aus (Fig. 8 unserer Beilage), obere Wolke). Aus diesem Fadengewirr zogen sich hierauf an beiden Seiten des Bandes senkrecht abstehende gradlinige Fäden heraus, zugleich verdunstete das ursprüngliche Band, bis an seine Stelle ein echter Cirrusstreif, aus querliegenden Fäden bestehend (Fig. 8 unserer Beilage, untere Wolke), getreten war. Solche Veränderungen, denen ich noch andere hinzufügen könnte, allein durch Luftströmungen erklären zu wollen, dürfte schwer fallen.

(Schluß folgt.)



Beobachtung einer Eruption auf der Sonnenscheibe.

Von J. Fényi, S. J. Direktor des Haynald-Observatoriums in Kalocsa.

Eine für die Theorie der Protuberanzen bedeutungsvolle Erscheinung zeigte sich über dem großen Sonnenfleck, welcher am 5. August 1908 18° östlich vom Zentralmeridian der Sonne in der heliographischen Breite von $+11^{0},2$ und der Länge $357^{0},5$ (nach den Konstanten von Greenwich) stand. Um $2^{h}\ 55^{m}$ mittlere Zeit von Greenwich untersuchte ich den Fleck im Spektroskop und bemerkte über dem Kern desselben eine ungewöhnlich lebhafte Umkehrung, das ist Aufhellung der H_{α}-Linie. Beistehende Skizze (Fig. 1) zeigt den Sonnenfleck, wie er mit dem Helioskop gezeichnet wurde, mit der Bezeichnung der größeren Kerne. Der mit *a* bezeichnete zeigte keine Umkehrung; über *b* war sie sehr hell; von *c* zeigte der in der Zeichnung untere breite Teil ebenfalls lebhafte Umkehrung. Ich öffnete nun etwas den Spalt und wandte ein schwaches Blendglas an, um die allzugroße Helligkeit so weit abzuschwächen, daß Helligkeitsunterschiede wahrzunehmen waren. Ich konnte so in der Weise, wie man die Protuberanzen am Sonnenrande beobachtet, das ganze leuchtende Gebilde sehen; es erschien als ein schwaches Wölkchen von der in Fig. 2 dargestellten Form. Zu solchen Beobachtungen ist natürlich eine sehr große Dispersion notwendig. Das benützte Spektroskop ist ein automatisches von Hilger, in welchem der Strahl 6 Prismen zweimal durchläuft; die Dispersion entspricht 10 Flintglasprismen von 60° Prismenwinkel. Um $3^{h}\ 17^{m}$ fand ich die Umkehrung außerordentlich hell; viel heller, als die Photosphäre, deren Spektrum im Gesichtsfelde unmittelbar an die H_{α}-Linie angrenzte und so eine exakte photometrische Vergleichung gestattete. Der enge Spalt zeigte die in Fig. 3 dargestellte Form; links von der Mitte ragten zwei Lichtkegel durch Verschiebung des Spektrallichtes gegen rot und gegen blau ein wenig über den Spalt hinaus; die Enden der Linie waren beiderseits verbreitert und etwas verwaschen. Ich öffnete nun wiederum den Spalt und konnte mit Blendglas die nun schon größere Form, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist, sehr klar und deutlich überblicken. Diese Form erweiterte sich nun sehr rasch: $3^{h}\ 26^{m}$ skizzierte ich die in Fig. 5 dargestellte Form, in welcher das mit einem Pfeil bezeichnete flammenförmige Stück mit außerordentlicher Helligkeit hervorstach. Das Gebilde war nun schon so groß geworden, daß es nicht mehr anging, den Spalt so weit zu öffnen, daß man das Ganze überblicken konnte; ich bestimmte die Ausdehnung in OW-Richtung mittels Durchgang durch den Spalt und fand 71″ geozentrisch, fast 5° auf der Kugel, ungefähr die Größe des Sonnenfleckes mit seinem Halbschatten. $4^{h}\ 5^{m}$ war die Umkehrung noch immer sichtbar. Sie war aber sehr zusammengeschwunden, ohne besondere Helligkeit. Eine Umkehrung war auch am nächsten Tage noch zu sehen, aber nur von gewöhnlicher Art.

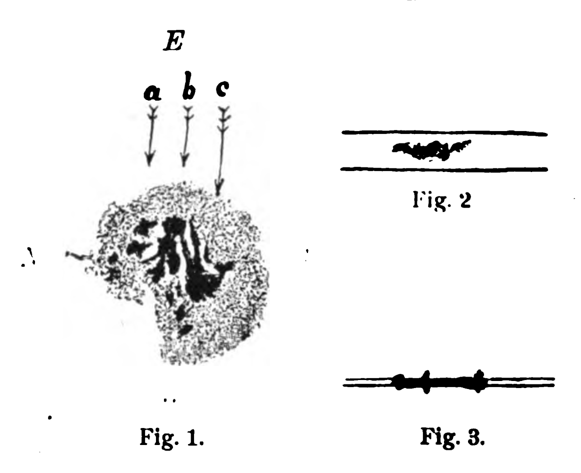


Fig. 1. Fig. 2 Fig. 3.

Derartige Umkehrungen der Hydrogeniumlinien werden überhaupt nur in der Nähe von Sonnenflecken oder doch auf Fleckenherden beobachtet, wenn

wir unter letzteren das Gebiet um den Fleck herum verstehen, wo die zerstreuten Fackeln ein erregtes Feld erkennen lassen[1]). Sie werden wohl einfach daraus erklärt, daß sich an diesen Stellen eruptive Protuberanzen auf die Sonnenscheibe projizieren, welche ja ebenfalls nur neben Sonnenflecken oder auf dem gestörten Gebiete um diese herum vorkommen, am Sonnenrande durch ihre überraschende Intensität den Übergang eines Fleckes kennzeichnen, wenn sich derselbe im Zustand seiner Entwicklung befindet.

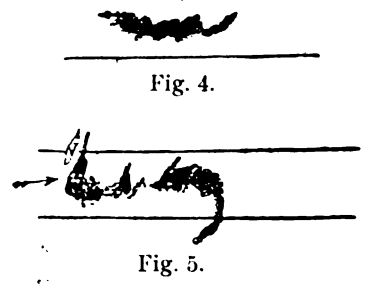
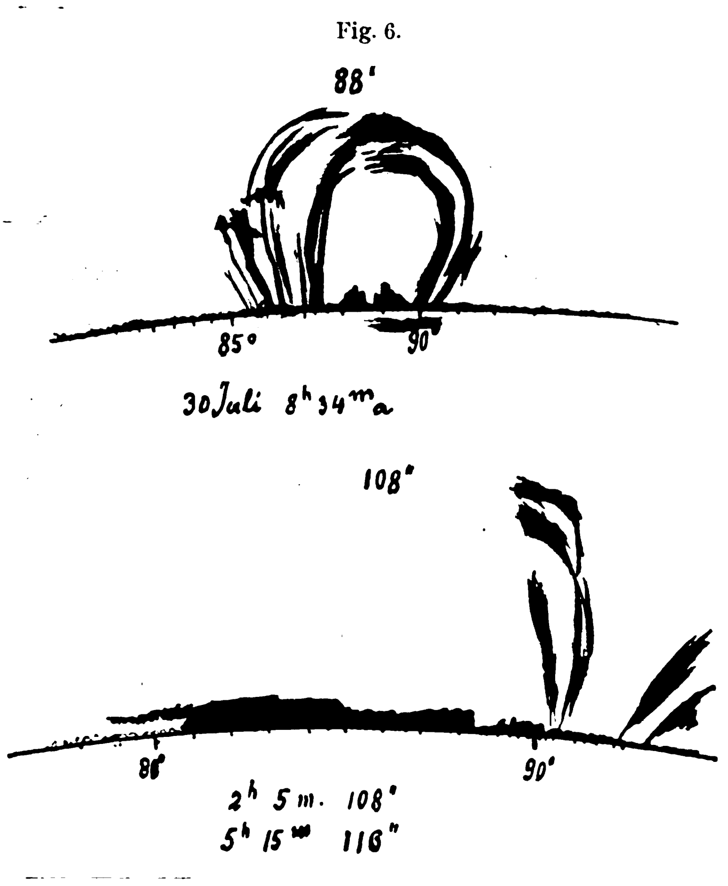


Fig. 4.

Fig. 5.

Der am 5. August 1908 beobachtete Fleck befand sich in stürmischer Entwicklung: er hatte nicht nur seit seinem Eintritt an Größe zugenommen, sein zerstückelter Kern war auch so raschen Veränderungen unterworfen, daß zwei am 3. August im Zeitintervall von nur $1^h 40^m$ angefertigte Zeichnungen die Identität der Stücke nur unsicher erkennen ließen. An der Stelle seines Eintrittes auf die Scheibe wurde am 30. Juli 1908 eine sehr zierliche, aus hell leuchtenden Strahlen bestehende Protuberanz (Fig. 6) beobachtet, welche mit einer Basis von 5° sich genau über dem Fleck in der Höhe von 88″ zusammen wölbte. In beistehender Fig. 6 ist auch der Fleck an der betreffenden Stelle eingezeichnet, wie er am 31. Juli beobachtet wurde; am 30. war er noch nicht sichtbar. Ähnliche helle Strahlen wurden schon am 29. Juli 1908 angetroffen, welche aber nur mit 38″ über den Rand hervorragten.

Fig. 6.



Das Zustandekommen solcher Umkehrungen erscheint hiermit genügsam erklärt zu sein; es ist nicht notwendig, besondere über dem Fleck schwebende heiße Hydrogeniummassen anzunehmen, welche etwa aus dem Kern empordringen sollten.

Von besonderer Bedeutung ist aber die große Helligkeit, drei- bis viermal heller als die Photosphäre, die in vorliegendem Falle beobachtet wurde. Nach gewissen Theorien sollte das Licht der Protuberanzen nur das durch normale oder anormale Brechung oder sogenannte Spiegelung abgelenkte Licht der Chromosphäre oder Photosphäre sein. Dann ist es aber vollends unmöglich, daß eine Protuberanz jemals in

[1]) Über Erscheinungen derselben Art wurde Mitteilung gemacht in „Memorie della società degli Spettroscopisti italiani“ Vol. XX, p. 161 und Vol. XXVIII, p. 109.

ihrer Lichtfarbe heller erscheine, als die Photosphäre selbst. Ich erinnere hierbei an das optische Gesetz, nach welchem durch kein optisches System, d. i. durch keinerlei Spiegelung oder Brechung, die Flächenhelligkeit eines Gegenstandes erhöht werden kann.

In ähnlicher Weise erscheint auch eine andere Erklärung unhaltbar, welche in den Protuberanzen nur ein Aufflammen stehender Massen — ohne Massenbewegung — sehen will, das dadurch zustande kommt, daß infolge lokaler Abkühlung oder anderswie allmählich oder plötzlich chemische Verbindungen eintreten. Es kann doch auch in diesem Falle keine höhere Temperatur erzeugt werden als die der Dissoziation selbst. Die dissoziierten Massen über der Photosphäre können wiederum nicht heißer angenommen werden als die Photosphäre, weil sonst die Sonne nach innen kälter werden müßte.

Die größere Helligkeit solcher Protuberanzen wird hingegen ganz leicht erklärt, ergibt sich selbst als eine Notwendigkeit bei der bisher wohl allgemein herrschenden Ansicht, daß die eruptiven Protuberanzen aus größeren Tiefen der Sonne hervordringen, demnach Gasmassen von viel höherer Temperatur sind, als die Photosphäre besitzt. Das Intensitätsspektrum der Gase entspricht ebenfalls der Energiekurve des schwarzen Körpers. Glühendes Hydrogenium muß in der ihm eigentümlichen Lichtfarbe, in der Linie H_α, ebenso hell leuchten wie ein schwarzer Körper gleicher Temperatur in derselben Lichtfarbe. Hat also das Hydrogenium höhere Temperatur als die Photosphäre, so wird es auch in seiner Lichtfarbe H_α heller strahlen. Wollen wir die obige Schätzung: „viermal heller“ als richtig betrachten und die physiologische Helligkeit als Maß der Temperatur annehmen, so wäre die Temperatur der eruptiven Protuberanz über dem Sonnenfleck 24000° gewesen, wenn der Photosphäre 6000° zugeschrieben wird. Diese Temperatur wäre noch von derselben Größe, wie die 30000°, die ich für die eruptive Protuberanz vom 1. Juli 1900 aus der Schnelligkeit der Auflösung berechnet habe. Die relative Helligkeit mag allerdings in etwas erhöht werden durch den Umstand, daß die höher reichenden Protuberanzen der Absorption durch die niedrigeren Schichten entzogen sind. Allein der ganze Überschuß der Helligkeit kann daraus nicht erklärt werden, weil in dieser Annahme alle Protuberanzen, die doch immer weit über die Chromosphäre emporragen, heller sein müßten.

Der Sonnenfleck, über welchem sich die besprochene Erscheinung abspielte, zeigte noch ein interessantes Verhalten, das hier kurz erwähnt werden möge, obwohl es mit dem Gesagten nicht in engem Zusammenhange steht.

Es fand nämlich dreimal kurz nacheinander an derselben Stelle der Sonne, genau unter derselben heliographischen Länge und, in Hinsicht auf die Ausdehnung des Fleckes, auch derselben Breite eine Fleckenbildung statt. Am 4. Juli trat ein schon behofter Fleck auf die Scheibe, der sich auf der Rückseite gebildet hatte, mit der Breite +10°,8 und der Länge 355°,9. Er zerfiel in drei Stück, welche auseinander traten, und löste sich bis 13. Juli noch auf der Scheibe auf. Beim Austritt dieser Stelle am 17. Juli war auch keinerlei Erscheinung im Spektroskope zu sehen. Es bildete sich aber auf der Rückseite wieder ein Fleck genau an derselben Stelle und erschien am 30. Juli am Ostrande als großer Fleck; es ist der große Fleck, über welchem die Protuberanz auf der Sonnenscheibe sichtbar war. Die Breite war etwas größer: + 11°,2, die Länge wiederum 357°,5; die Kerne gingen wieder auseinander und der Fleck trat am 12. August am Westrande aus mit der größeren Breite 13°,6 und löste

sich auf der Rückseite auf, denn am 28. August erschien kein Fleck mehr am Ostrande. Am 30. August bildete sich aber auf der Scheibe an derselben Stelle mit 357°,5 Länge und der noch größeren Breite 16°,2 wiederum ein Fleck; auch dieser löste sich bis zum 8. September noch auf der Scheibe auf. Auch dieser Umstand, daß an derselben Stelle wiederholt ein Fleck sich bildete, spricht vielmehr dafür, daß die Ursachen der Sonnenflecken, sowie die der damit eng verbundenen eruptiven Protuberanzen, in größeren Tiefen der Sonne liegen müssen und nicht in den oberflächlichen, durch zufällige Strömungen gestörten Schichten zu suchen sind.



Der gestirnte Himmel im Monat November 1910.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Eine neue Theorie der Milchstraße.

Bei der allabendlichen Beobachtung des Sternenhimmels fällt jedem Laien besonders in den mondscheinlosen Nächten jenes zarte, milchige breite Band am Himmel auf, das die Sternensphäre in zwei fast gleich große Teile trennt und das seit Alters her die Frage anregt, wie erklärt sich dieser vielfach geästelte und an manchen Stellen bis zu einer ansehnlichen Breite (35°) anschwellende Himmelsstrom, „Milchstraße“ genannt, deren nördlicher Pol im Haar der Berenice liegt? Im Sternbilde des Schwans setzt eine große Gabelung ein, die sich auf der südlichen Halbkugel bis zum Sternbilde des Winkelmaßes (nahe bei dem Centauren) über 110° weit forterstreckt. Noch an vielen andern Stellen zeigt die Milchstraße eine verwickelte kontrastreiche Struktur, wir brauchen nur an die beiden dunklen Räume, die sogenannten „Kohlensäcke“, zu erinnern, die eine Erklärung dieses verwickelten, unregelmäßig begrenzten Bandes, dessen weißlicher Schimmer in den modernen Fernrohren sich sofort in ungezählte Sterne auflöst, noch schwieriger gestaltet.

Es kommt noch hinzu, daß das Fernrohr, wenn es dem Zuge der Milchstraße folgt, auf eine große Zahl von „Sternhaufen“ stößt, die an andern Stellen des Himmels nur höchst selten auftreten. Von 1000 Sternhaufen finden sich allein 900 in dem Bereich der Milchstraße und die übrigen 100 liegen auf dem ganzen übrigen großen Teil des nördlichen und südlichen Himmels verteilt.

Welchen tiefen Eindruck die Milchstraße auch auf die naiven Naturvölker macht, beweisen die mannigfachen Erklärungsversuche derselben in ihren Mythen und Sagen. Der wilde Stamm der Massais in den ostafrikanischen Steppen glaubt beispielsweise, daß die Kinder ihres Schöpfers, Ngais, auf der Milchstraße als helle Sterne einherwandern und das Tun und Treiben der Menschen überwachen, und daß die beiden Kohlensäcke in der Milchstraße zwei Seen seien, in denen die Rinderherden Gottes getränkt werden. Auch die schöne Sage der Griechen, daß Herkules, der Sohn des Zeus und der Königin Alkmene, der von seinem Vater an die Brust der Gottgemahlin Hera gelegt wurde, um ihm Unsterblichkeit zu verleihen, von ihr vor Schmerz abgeschüttelt sei und daher die herausgespritzte Milch den weißen Gürtel am Himmel erzeugt habe, beweist, daß schon in den frühesten Zeiten der Milchstraße große Beachtung geschenkt worden ist. Die moderne Wissenschaft sieht nach den schönen Erklärungsversuchen von Easton[1]) in der Milchstraße einen großen Spiralnebel,[2]) dessen Ebene mit Ausnahme einiger heraustretender Windungen, die gleichzeitig die verschiedenen Verästelungen erklären, im Zuge der Milchstraße selbst liegt. Die größere Breite der Milchstraße auf der einen Seite

---

[1]) Vergl. „Das Weltall“ Jg. 1, S. 61: „Eine neue Theorie der Milchstraße“. Hier ist auch (S. 64) eine Abbildung des Spiralnebels wiedergegeben.

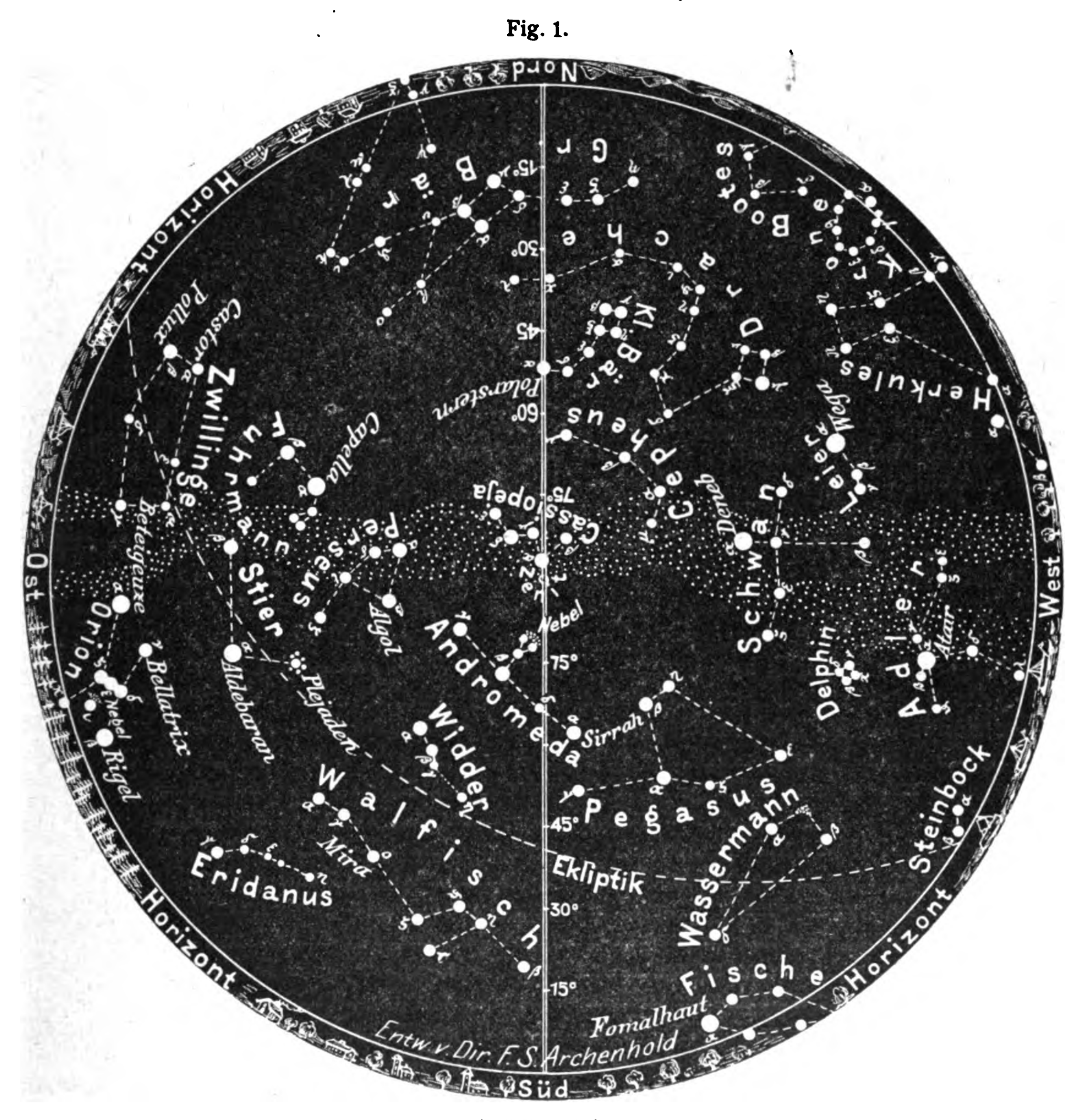
[2]) Vergl. „Das Weltall“ Jg. 6, S. 132; Jg. 7, S. 59 und 345; Jg. 8, S. 130.



kann hierbei sehr gut dadurch erklärt werden, daß unser Sonnensystem nicht genau im Zentrum dieses Spiralnebels steht, sondern etwas nach der Seite hin, die breiter erscheint. Von einem weit entfernten Standpunkte des Weltalls aus würde unsere Milchstraße den Anblick eines Spiralnebels ergeben, so wie umgekehrt nach dieser Erklärung die Tausende von Spiralnebelwelten als große Milchsraßensysteme im Kosmos aufzufassen sind. Die in der Milchstraße selbst dicht gedrängten Haufen werden hierbei wohl am besten als dichtere Stellen,

Der Sternenhimmel am 1. November 1910, abends 10 Uhr.

Fig. 1.



(Polhöhe $52^1/_2{}^0$)

sogenannte Knoten, des einstigen Spiralnebels angesehen. Gegen diese Spiraltheorie der Milchstraße wendet sich nun Professor Bohlin. Er fand bei der Zusammenstellung der Nebel und Sternhaufen, daß die von William Herschel „Globular Clusters" benannten Sternhaufen, die, von kugelförmiger Gestalt, tausende von kleinen winzigen Sternen enthalten und eine starke Konzentration nach dem Zentrum hin zeigen, eine ganz bevorzugte Stelle einnehmen. Als Bohlin dieses Material bearbeitete, zeigte sich, daß sich diese Sternhaufen weder gleichmäßig über die Himmelskugel verteilen noch wie die

Sterne sich längs der Milchstraße anhäufen, sondern daß sie sich auf einer großen Fläche ausdehnen, deren Zentrum auf der südlichen Halbkugel im Sternbilde des Teleskopes (Rekt. $17^h 40^m$ Dekl. — 35°) liegt. Diese kugelförmigen Sternhaufen sind nun als das Zentrum der Milchstraße anzusehen, deren seitliche merkwürdige Lage sich perspektivisch sofort erklärt, wenn wir, wie bei der früheren Annahme, unser Planetensystem seitlich außerhalb dieses kugelförmigen Sternhaufensystems verlegen. Die Milchstraße selbst faßt Bohlin als einen großen Ringnebel auf, dessen Zentrum eben diese kugelförmigen Sternhaufen bilden. Hiermit steht in Übereinstimmung, daß wir bei vielen Ringnebeln Konzentrationsstellen finden, die nach dem Befunde der spektroskopischen Untersuchungen weder Sterne noch Nebel sein können (Vergl. die Abbildung des Ringnebels in der Leyer, „Weltall" Jg. 10, Heft 23). Die Bildung solcher Ringnebel leitet nun Bohlin von den planetarischen Nebeln ab. Solche planetarischen Nebel haben wir uns als rotierende leuchtende Kugelschalen, in ihrem ursprünglichen Zustande rein gasförmig, vorzustellen. Im Verlaufe ihrer Entwicklung zerfallen sie; an ihren eingestürzten Polen bilden sich die Spiralnebel und an ihrem Äquator die Ringnebel mit oft deutlich hervortretenden Kernen. Die geborstene Schale unseres planetarischen Nebels würde die großen Anhäufungen von Spiralnebeln an den Polen erklären, während die Milchstraße selbst als der bei der Entwicklung des kugelförmigen planetarischen Nebels im Äquator entstandene ringförmige Gürtel (Ringnebel) aufzufassen ist. Die verschiedenen Äste der Milchstraße erklären sich durch Risse in dem sich weiter kondensierenden Ringnebel. In Übereinstimmung mit dieser Erklärung müssen wir den verhältnismäßig nahen Stand des Andromedanebels von uns, nur 80 Lichtjahre, ansehen. Wären die Spiralnebel selbständige Milchstraßensysteme, so müßte der spiralige Andromedanebel unmeßbar weit von uns entfernt sein.

Die Sterne.

Unsere Karte Fig. 1 gibt den Stand der Sterne für den 1. November abends 10 Uhr, den 15. abends 9 Uhr, den 1. Dezember abends 8 Uhr usw. wieder. Die Milchstraße schneidet den Verbindungsbogen zwischen dem Nord- und Südpol, den sogenannten Meridian, um diese Zeit senkrecht, sodaß ihre beiden Schnittpunkte mit dem Horizont den Ost- und Westpunkt angeben. Die Kassiopeja steht genau im Zenit.

Als Bayer seinen Atlas im Jahre 1601 veröffentlichte und die Sterne in jedem Sternenbilde der Helligkeit nach mit dem griechischen Alphabet α, β, γ usw. bezeichnete, war α Kass. naturgemäß noch der hellste; heute ist es γ Kass. Er ist 2,0. Größe, wohingegen β und α jetzt beide gleich hell und nur 2,3. Größe sind. Außerdem ist α Kass. noch als veränderlich erkannt worden, seine Helligkeit kann bis auf 2,8. Größe herabsinken. Eine Periode der Lichtveränderung hat man bis jetzt noch nicht feststellen können; er gehört zu den unregelmäßig Veränderlichen. β Kass. steht verhältnismäßig nahe, seine Entfernung beträgt nur 22 Lichtjahre, sie ist also nur fünfmal so weit, wie der uns nächste Stern, der hellste im Centauern, α Centauri, der nur 4,3 Lichtjahre von uns entfernt ist. Es gibt noch 2 schwächere Sterne in der Kassiopeja, die uns verhältnismäßig nahe stehen; das ist η Kass. mit 18 Lichtjahren und μ Kass. mit 25 Lichtjahren. η Kass. (Rekt. $= 0^h 42^m$, Dekl. $= +57° 11'$) gehört zu den schon in kleineren Fernrohren leicht trennbaren Doppelsternen. Der Hauptstern ist 4. Größe und von gelber Farbe. In einem Abstand von 5,8″ steht der rosenrote Begleiter 7,5. Größe, der, nach einer Bahnbestimmung von Doberck im Jahre 1900, in 328 Jahren einen vollen Umlauf um den Hauptstern vollendet. Die Gesamtmasse des Systems beträgt 8 Sonnenmassen, und zwar ist der Hauptstern $6^1/_2$, der Begleiter $1^1/_2$ Sonnenmassen groß. Die Distanz hat sich seit dem Jahre 1832 bis zum Jahre 1900 von 9,7″ auf 5,2″ verringert. Seit dem Jahre 1900 nimmt sie wieder zu und wird im Jahre 1913 6″ und im Jahre 1915 6,1″ betragen.

Wenden wir uns von der hochstehenden Kassiopeja nach Norden, so treffen wir zunächst auf den Polarstern, der auch ein schon in kleinen Fernrohren leicht erkennbarer Doppelstern ist und von William Herschel im Jahre 1779 entdeckt wurde. In unserm Treptower Fernrohr können wir diesen Begleiter bequem am Tage sehen. Der Abstand

des Polarsterns vom wirklichen Pol beträgt jetzt nur noch 1° 10′, wohingegen er im Jahre 1880 1° 20′ vom Pol abstand; im Jahre 2000 wird er genau in der Verlängerung der Erdaxe stehen. Die Distanz des Begleiters beträgt 18″,2 und erscheint fast unveränderlich, wohingegen der Positionswinkel seit dem Jahre 1865 von 211° auf 216° bis jetzt zugenommen hat. Der Hauptstern ist von Campbell als ein spektroskopischer Doppelstern erkannt worden. Mit dem Fernrohr läßt er sich nicht in zwei Sterne trennen. Die kurze Periode von 4 Tagen, welche für die Bewegung von Campbell bestimmt worden ist, deutet auf ein nahes Zusammenstehen dieser beiden Hauptsterne hin.

Weiter nach Norden finden wir die beiden hellsten Sterne im großen Bären, α und β, von denen der letztere auch als ein spektroskopischer Doppelstern festgestellt worden ist. Jedoch stellt sich hier die Periode auf 27 Tage. Zwischen β und γ finden wir im großen Bären den berühmten Eulennebel (Rekt. $11^h 9^m$, Dekl. + 55° 34′). Wir haben im Jahrgang 10, Heft 23, unserer Zeitschrift auf Seite 350 eine eingehende Beschreibung



Fig. 2. Der Eulennebel im großen Bären (Messier 97.)
nach einer Photographie von Keeler am 28. März 1910.

und mehrere Abbildungen dieses Nebels von Rosse, Barnard und Ritchey gegeben. Wir weisen hier noch darauf hin, daß auch Keeler mit dem Crossley Reflektor auf der Lick-Sternwarte diesen Nebel am 28. März 1900 bei einer vierstündigen Expositionszeit photographiert hat. Aus dem Vergleich der oben stehenden Photographie (Fig. 2) mit der von Ritchey vom 9. Februar 1910 (vergl. Beilage Jg. 10, Heft 23) können wir eine Bestätigung für die interessanten Änderungen in diesem Nebel gegen die früheren Abbildungen konstatieren.

Wegen des hohen Standes des Perseus werden auch die Lichtminima des veränderlichen Algols im November zu folgenden Zeiten günstig zu beobachten sein.

2. November	10^h abends	22. November	11^h abends
5. -	6^h -	25. -	8^h -
17. -	6^h morgens	28. -	5^h nachmittags
20. -	3^h -		

Der Leonidensternschnuppenschwarm, der immer in der Zeit vom 14. bis 16. November seine größte Entfaltung erreicht, wird wegen des Mondes, am 17. November haben wir Vollmond, diesmal nur sehr ungünstig zu beobachten sein.

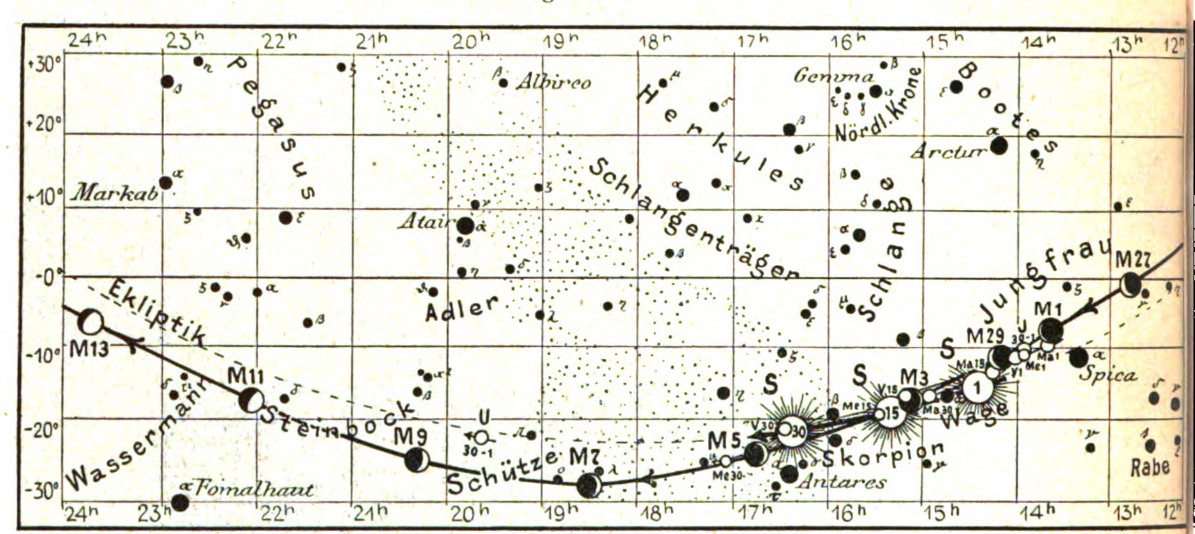
Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne hat wiederum ihr Aussehen verändert, es sind eine größere Zahl von Fleckengruppen sichtbar geworden, deren Auftreten, trotz des herrschenden Minimums,



Lauf von Sonne, Mond und den Planete

Fig. 3b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mar

auf eine erhöhte Tätigkeit schließen läßt. Die Lage der Sonne im Tierkreis ist wiederum für den 1., 15. und 30. November in unsere Karte 3b eingetragen. Wir sehen, daß sie im Laufe des Monats um $7^1/_2{}^0$ in ihrer Bahn sinkt. In folgender Tabelle geben wir ihre Deklination, ihre Auf- und Untergangszeiten für Berlin und ihre größte Höhe um die Mittagszeit wieder:

Sonne		Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
November	1.	— 14° 14′	7h 5m morgens	4h 36m abends	$23^1/_4{}^0$
-	15.	— 18° 20′	7h 31m -	4h 12m -	$19^1/_4{}^0$
-	30.	— 21° 33′	7h 55m -	3h 55m -	16°

Partielle Sonnenfinsternis.

Am 1. November 1910 findet eine partielle Sonnenfinsternis statt, die in Berlin und Europa unsichtbar, jedoch im nordöstlichen Asien, in Japan, auf der Nordwestspitze Amerikas und in der mittleren nördlichen Hälfte des stillen Ozeans zu beobachten sein wird.

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 3a und 3b von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Zeiten:

Neumond: Nov. 2. 3h morg. — Vollmond: Nov. 17. $1^1/_2{}^h$ morg.
Erstes Viertel: - 10. $6^1/_2{}^h$ morg. — Letztes Viertel: - 23. 7h abends.

Totale Mondfinsternis.

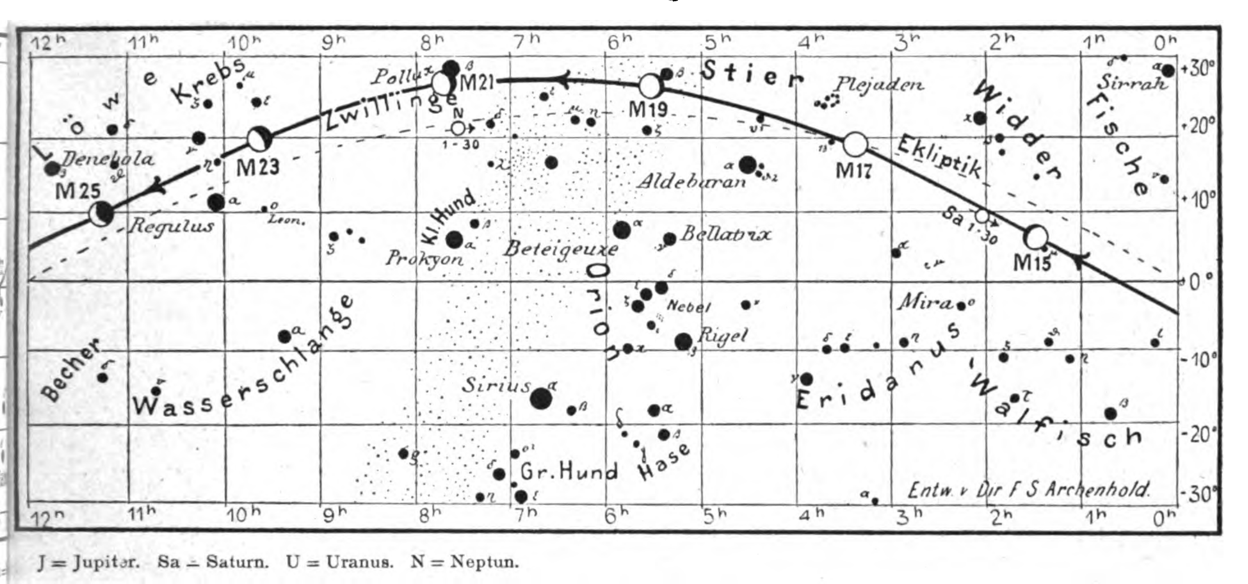
Am 16. November ist eine totale Mondfinsternis in Berlin sichtbar, sie wird in ganz Europa, in Asien, mit Ausnahme der östlicher gelegenen Gebiete, im indischen Ozean und in Amerika zu beobachten sein. Wir geben hier die Hauptphasen in mitteleuropäischer Zeit an:

Erste Berührung des Mondes mit dem Halbschatten der Erde	10h	45m,6	abends.
Erste Berührung des Mondes mit dem Kernschatten der Erde	11	44 ,1	abends.
Beginn der Totalität	0	55 ,0	morgens.
Mitte der Finsternis	1	20 ,9	morgens.
Ende der Totalität	1	46 ,8	morgens.
Letzte Berührung des Mondes mit dem Kernschatten der Erde	2	57 ,7	morgens.
Letzte Berührung des Mondes mit dem Halbschatten der Erde	3	56 ,2	morgens am 17. November.

Die größte Phase der Verfinsterung beträgt in Teilen des Monddurchmessers 1,13, die Berührungsstellen liegen 94° beim Eintritt und 227° beim Austritt vom nördlichsten Punkte der Mondscheibe ab.

für den Monat November 1910.

Fig. 8a.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Im Monat November finden 4 Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Nov. 11.	τ^2 Aquarii	4,0	$22^h\,45^m$	$-14^0\;4'$	$7^h\,55^m,8$ abends	29^0	$8^h\,59^m,8$ abends	265^0	Mond im Meridian $7^h\,30^m$ abends
- 14	μ Piscium	5,0	$1^h\,25^m$	$+\;5^0\,41'$	$10^h\,59^m,4$ abends	71^0	$0^h\;4^m,8$ morgens Nov. 15	222^0	Mond im Meridian $9^h\,56^m$ abends
- 17.	13 Tauri	5,5	$3^h\,37^m$	$+\,19^0\,25'$	$6^h\,40^m,4$ morgens	95^0	$7^h\,28^m,4$	239^0	Monduntergang $8^h\,0^m$ morgens
- 17.	v^1 Tauri	4,6	$4^h\,21^m$	$+\,22^0\,37'$	$9^h\,42^m,6$ abends	49^0	$10^h\,43^m,0$	267^0	Mond im Meridian $0^h\,48^m$ früh Nov. 18.

Die Planeten.

Merkur (Feld 14^h bis 17^h) ist während des ganzen Monats wegen seiner großen Sonnennähe unsichtbar.

Venus (Feld 14^h bis $16^1/_2{}^h$) ist nur noch in den ersten Tagen des Monats $^1/_4$ Stunde lang zu beobachten. Am 3. November 10 Uhr vormittags tritt sie in Konjunktion mit Merkur und steht 10′ nördlich von demselben, sodaß beide Planeten zugleich im Gesichtsfelde eines kleinen Fernrohrs zu sehen sind. Da die Venus am 26. November in obere Konjunktion mit der Sonne rückt, so ist sie dann auch im Fernrohr nur schwer zu beobachten.

Mars (Feld $13^3/_4{}^h$ bis 15^h) ist zu Anfang des Monats nur ganz kurze Zeit am südöstlichen Morgenhimmel sichtbar, jedoch am Ende des Monats schon $^3/_4$ Stunde lang zu beobachten, da die Sonne immer weiter von ihm abrückt. Am 4. November nachmittags 3 Uhr tritt er in Konjunktion mit Jupiter und zwar steht Jupiter 34′ nördlich von Mars. Am 27. September, als der Mars in Konjunktinn mit der Sonne stand, war er noch 395 Millionen km von der Erde entfernt; am 1. November 1910 beträgt die Entfernung 385 Millionen km. Am 17. November 1911 wird der Mars der Erde wieder am nächsten stehen, alsdann beträgt seine Entfernung nur $76^1/_2$ Millionen km. Er wird dann fast 23,0 über dem Äquator stehen, während er jetzt 10^0 unter dem Äquator steht. Bei seiner letzten Erdnähe am 18. September 1909 betrug seine Entfernung nur 58 Millionen km. Damals jedoch stand der Mars fast 4^0 unter dem Äquator, sodaß er sich selbst in seiner größten Höhe immer nur wenig über den Horizont erhob. Bei seiner bevorstehenden

Erdnähe steht er $26^1/_2{}^0$ höher als im Jahre 1909, sodaß trotz der größeren Entfernung ein gutes Bild zu erwarten ist.

Jupiter (Feld $13^3/_4{}^h$ bis 14^h) ist zu Anfang des Monats am östlichen Himmel nur ganz kurze Zeit vor Tagesanbruch zu sehen, wird jedoch am Ende des Monats schon zwei Stunden vor der Sonne zu beobachten sein. Er kommt am 28. November, abends 10 Uhr in Konjunktion mit dem Mond. An manchen Orten der Erde findet sogar eine Bedeckung statt. Am 19. Oktober stand er am weitesten von der Erde ab und zwar 963 Mill. km. Jetzt rückt er der Erde immer näher und wird am 30. November nur noch 932 Mill. km von der Erde entfernt sein.

Saturn (Feld 2^h) ist zu Anfang des Monats während der ganzen Nacht zu beobachten, geht jedoch Mitte des Monats bereits vor Tagesanbruch unter, seine Sichtbarkeit beträgt immerhin noch 12 Stunden und Ende des Monats noch 11 Stunden. Er tritt am 15. November nachmittags 3 Uhr in Konjunktion mit dem Monde und wird teilweise auch von demselben bedeckt und zwar so, daß seine Bedeckung an manchen Orten zu beobachten ist. Er stand am 27. Oktober der Erde am nächsten, seine Entfernung betrug 1230 Millionen km. Am 30. November rückt er in eine Entfernung von 1260 Millionen km. Es sind jetzt deutlich zwei Äquatorialstreifen in unserm Fernrohr, in dem er allabendlich gezeigt wird, auf ihm zu beobachten und eine interessante Färbung sowohl am Südpol wie in der Gegend zwischen den beiden dunklen Streifen.

Uranus (Feld $19^1/_2{}^h$) ist nur einige Stunden nach Sonnenuntergang in geringer Höhe über dem Horizont zu beobachten und verschwindet im nächsten Monat ganz in den Strahlen der Sonne.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist von abends 10 Uhr an wegen seines hohen Standes in größeren Fernrohren jetzt sehr günstig zu beobachten. Sein einziger Mond, der sich in 5 Tagen und 21 Stunden um den Neptun herumbewegt, ist in 16″ Abstand vom Neptun, aber nur in größten Fernrohren, aufzufinden.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Novbr. 1. 4^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. 11^h vormittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. 1^h nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. Partielle Sonnenfinsternis, unsichtbar in Europa.
- 3. 10^h vormittags Merkur in Konjunktion mit der Venus (Venus 10′ nördlich vom Merkur).
- 4. 3^h nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Jupiter (Jupiter 34′ nördlich vom Mars).
- 12. 3^h nachmittags Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- 15. 3^h nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde (Bedeckung).
- 16. Sichtbare totale Mondfinsternis, Beginn $11^h\,44^m$, Ende Nov. 17. morgens $2^h\,56^m$.
- 22. 4^h morgens Merkur in Sonnenferne.
- 26. 2^h nachmittags Venus in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- 28. 10^h abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde (Bedeckung).
- 29. 11^h abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.

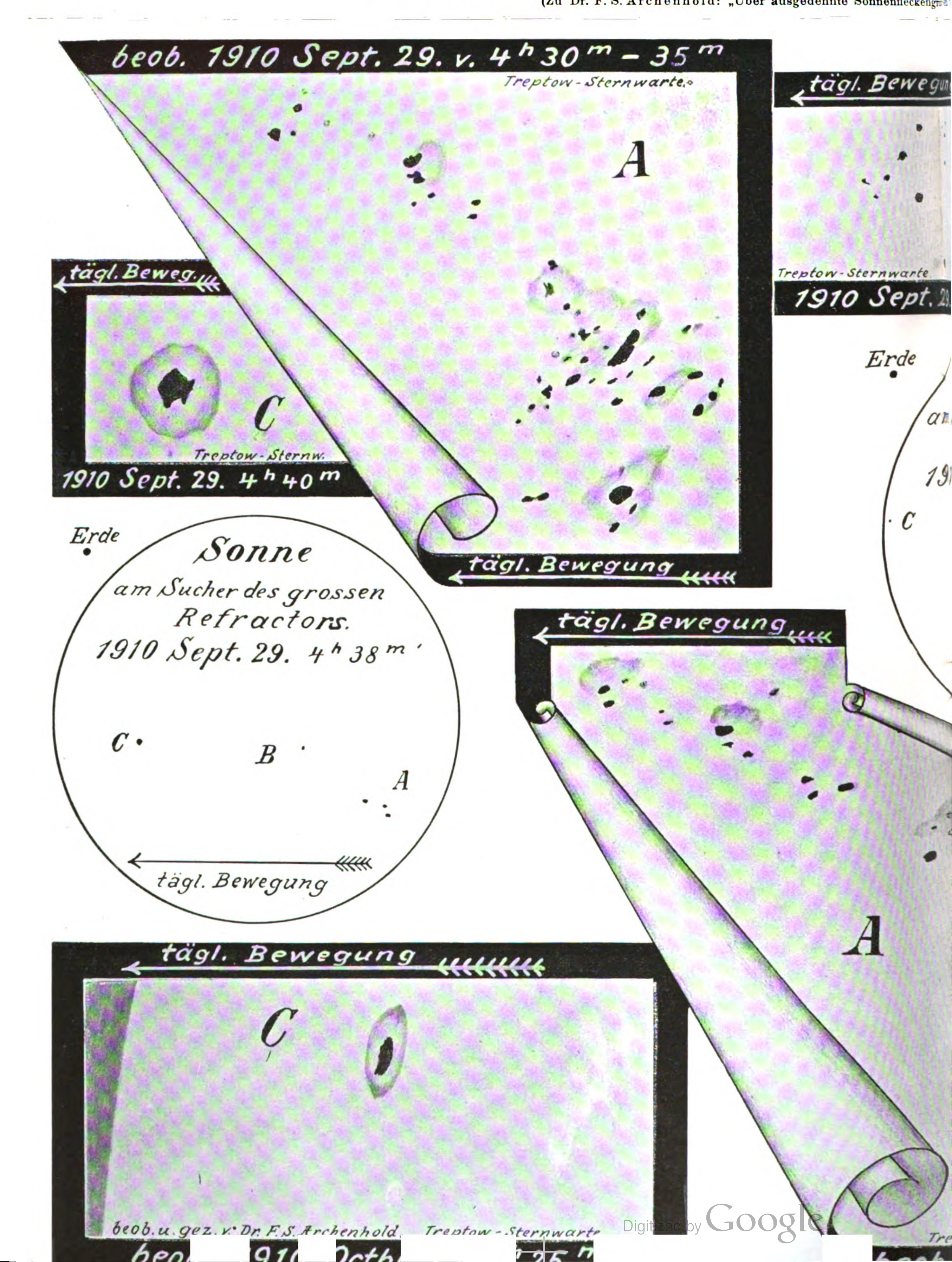
Kleine Mitteilungen.

Beobachtung einer Feuerkugel. Freiherr E. v. Hake, Hasperde, Hannover, teilt uns mit, daß er am 26. September 1910 bei sehr klarem Sternenhimmel um 8 Uhr 13 Minuten ein sehr helles leuchtendes Meteor beobachtet habe, das in der Nähe von α Bootes aufzuflammen schien und in der Richtung von τ Bootes weiter marschierte. Den Punkt des Erlöschens konnte der Beobachter nicht wahrnehmen, da Bäume ihn verdeckten. Die Sichtbarkeitsdauer betrug $^1/_2$ bis $^3/_4$ Sekunden. Die Farbe des Meteors war intensiv blaugrün, und zwar so, daß anfangs die blaue Farbe vorzuherrschen schien, am Ende der Beobachtung dagegen die grüne Farbe mehr hervortrat. — Sollten noch andere Abonnenten die Erscheinung beobachtet haben, so wären wir für eine Mitteilung dankbar.

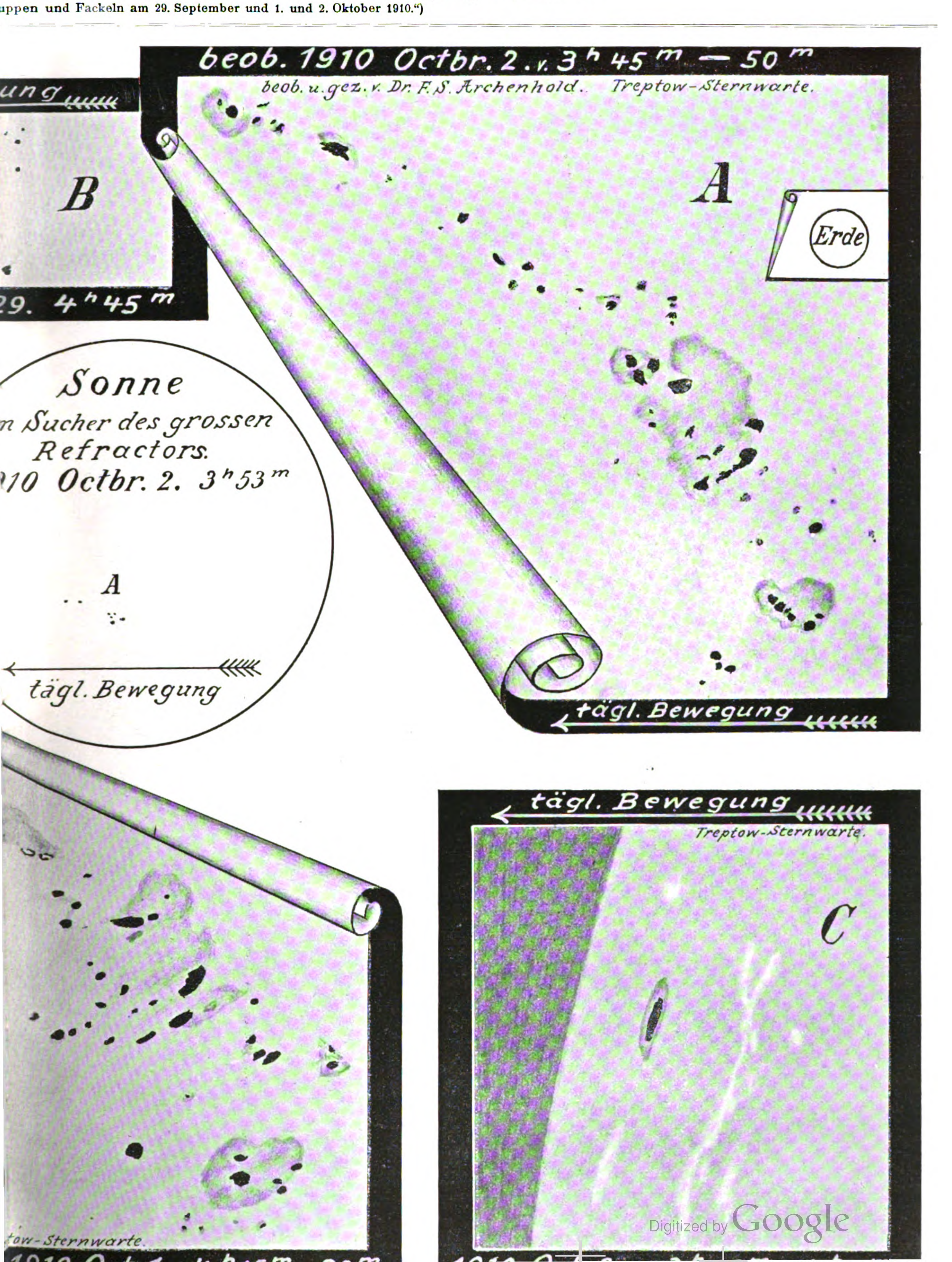
Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Doppel-Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und

(Zu Dr. F. S. Archenhold: „Über ausgedehnte Sonnenfleckengr



uppen und Fackeln am 29. September und 1. und 2. Oktober 1910.")



Illu

II. Ja

Die:e
durch
Zeitun

1. Übe
am
Dr.
2. Übe
H. C
3. Zur
Kreb

Se
selbs
die V
unser
von b
auf de
die sc
auf d
V
Fleck
auf u
keit
grupp
von ü
persp
sind a
decke
3h 53
Trepto
daneb
Punkt
Tagen

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 2. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1910 Oktober 15.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über ausgedehnte Sonnenfleckengruppen und Fackeln am 29. September und 1. und 2. Oktober 1910.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Doppel-Beilage.)

Seitdem wir wissen, daß sich in den Sonnenflecken interessante elektrische Strahlungen bilden können, die, wenn sie unsre Erde treffen, sowohl diese selbst als auch die atmosphärische Hülle in starker Weise beeinflussen, gewinnt die Verfolgung der Sonnenfleckengruppen immer mehr an Bedeutung. Die auf unserer Doppelbeilage wiedergegebene Sonnenfleckengruppe *A* ist schon deshalb von besonderem Interesse, da sie eine der größten ist, welche seit dem Jahre 1905 auf der Sonnenscheibe erschienen sind. Sie konnte gerade noch von Beobachtern, die scharfe Augen besitzen, durch ein angeschwärztes Glas mit bloßem Auge auf der Sonnenscheibe gesehen werden.

Wir bekommen eine richtige Vorstellung von der Längenausdehnung dieser Fleckengruppe *A*, wenn wir die in dem gleichen Maßstabe eingezeichnete Erde auf unserer Beilage mit derselben vergleichen. Letztere hat in Wirklichkeit einen Äquatoreal-Durchmesser von 12755 km, und da die Sonnenfleckengruppe annähernd 16 mal so lang erschien, so hatte sie eine Mindestausdehnung von über 200000 km. Natürlich erscheinen die Flecken am Rande durch die perspektivische Wirkung bedeutend verkürzt, so daß sie in Wirklichkeit viel größer sind als die direkte Beobachtung erkennen läßt. Die Lage dieser großen Sonnenfleckengruppe *A* am 29. September 1910 nachm. $4^h\ 38^m$ und am 2. Oktober nachm. $3^h\ 53^m$ auf der Sonnenscheibe ist, wie ich sie mit dem Sucher des großen Treptower Refraktors gezeichnet habe, auch auf der Beilage wiedergegeben und daneben im kleinen Maßstabe die Erde, die in diesem Falle wie ein kleiner Punkt erscheint. Wir sehen die Wanderung der Gruppe *A* in diesen wenigen Tagen vom östlichen Rande bis zur Mitte der Sonnenscheibe. Während am

29. September außer der großen Gruppe *A* eine sehr schwache, nur kleine Kerne enthaltende Gruppe *B* und ein größerer Sonnenfleck *C* mit großem Kern und Hof sichtbar war, ist am 1. und 2. Oktober die Gruppe *B* auch im großen Fernrohr unsichtbar gewesen; mit andern Worten: sie hatte sich aufgelöst. Die Gruppe *C* zeigte in ihrem Kern am 29. September nachm. $4^h\ 40^m$ deutlich den Beginn einer Trennung. An diesem Tage waren in ihrer näheren Umgebung noch keine Fackeln zu sehen[1]), wohingegen am 1. und 2. Oktober sehr schöne Fackelgruppen in der Nähe dieses Fleckes auftraten, die auch auf Photographien, welche ich bei einer Exposition von nur $^1/_{1000}$ Sekunde mit unserm großen Fernrohr im Brennpunkt gemacht habe, sehr gut zu erkennen sind. Der Durchmesser der ganzen Sonnenscheibe auf diesen Photographieen, die für spätere Ausmessungen der Lage der einzelnen Flecken ein gutes Material ergeben werden, beträgt 19,3 cm. Ein Abzug von einer dieser Aufnahmen ist im „Astronomischen Museum" der Treptow-Sternwarte ausgehängt. Ihre Reproduktion würde zu große Kosten verursachen und auch nicht die Fleckengruppen so groß erkennen lassen, wie unsere Zeichnungen, da bei diesen der Durchmesser der Sonne auf dem Projektionsschirm, auf dem sie angefertigt sind, 120 cm beträgt.

Eine genaue Beschreibung der Vorrichtung, welche an unserem Fernrohr angebracht ist, um die Sonne auf dem Projektionsschirm zu beobachten, ist in meinen früheren Publikationen bereits gegeben. Vgl. Jg. 3, Seite 57. Inbezug auf interessante Änderungen, die ich schon früher in den Sonnenflecken beobachtet habe, vergl. auch noch: „Über eine ausgedehnte Sonnenfleckengruppe in hoher heliozentrischer Breite am 5. März 1902", Jg. 2, Seite 149. „Über eine Sonnenfleckengruppe in hoher Breite, 1902, Nov. 21.—25.", Jg. 3, Seite 57. „Mehrere größere Sonnenfleckengruppen vom 22. bis 29. März 1903", Jg. 3, Seite 203. „Sonnenflecken, Erdströme und Nordlichter", Jg. 4, Seite 71. „Die vier Sonnenfleckengruppen am 9. Februar 1905", Jg. 5, Seite 183. „Der große Sonnenfleck", Jg. 5, Seite 214. „Über die großen Sonnenfleckengruppen am 12., 15. und 18. Februar und das Nordlicht vom 9. Februar 1907", Jg. 7, Seite 157.

Es mögen noch einige Angaben hier folgen über das Aussehen der einzelnen Fleckengruppen. In der Gruppe *A* zählte ich am 29. September von $4^h\ 30^m$ bis 35^m nachm. 46 Kernflecken und 5 in der Zeichnung erkennbare Höfe, während im Sucher nur drei kleine Flecken um diese Zeit an derselben Stelle zu sehen waren. Am 1. Oktober nachm. $4^h\ 15^m$ bis 20^m betrug die Zahl der Kernflecken in dieser Gruppe 58 und 9 Höfe waren zu sehen, die auch in unserer Doppelbeillage wiedergegeben sind. Am 2. Oktober nachm. $3^h\ 45^m$ bis 50^m zählte ich noch 56 Kerne und 7 hofartige Erscheinungen. Die vielfachen Veränderungen, welche in dieser Hauptgruppe aufgetreten sind, lassen sich ja ohne weiteres durch Vergleich dieser Zeichnungen erkennen. Die starke Bewölkung am 30. September und nach dem 2. Oktober vereitelte die weitere Verfolgung dieser interessanten Gruppe. Die Gruppe *B*, die am 29. September nachm. $4^h\ 45^m$ von mir gezeichnet wurde, enthielt 11 ganz kleine Kernflecken ohne jede Hoferscheinung. Sie hatte sich, wie schon erwähnt, in den nächsten Tagen völlig aufgelöst, was gerade bei so isoliert auftretenden Kernflecken ja sehr häufig der Fall ist.

[1]) Ich bemerkte unmittelbar am Rande in einer Entfernung von 2 cm gerade in der Richtung der sogenannten täglichen Bewegung zwei intensiv helle kleine Fackeln. Des Raumes wegen konnten sie auf der Tafel nicht reproduziert werden, aber in der Originalzeichnung ist ihre genaue Lage vermerkt.



Über den Einfluss der Sonne auf die Erde.

Von H. Osthoff.

(Schluß.)

Sonderbarerweise herrschen über den Ursprung der Cirruswolken noch Vermutungen. Aber da waltet kein Geheimnis. Es ist sicher, daß sie jeder herannahenden barometrischen Depression entströmen und ihr vorausziehen. Daneben entstammen manche im Sommer den Gewitterwolken. Endlich aber auch läßt sich unzweifelhaft die Neubildung von Cirren — nicht nur einzelner, sondern ganzer Decken — am blauen Himmel über uns verfolgen. Daß dies nicht allgemein bekannt ist, kann nur an der Art und Weise liegen, wie man beobachtet. Sich bildende Federwolken nehmen im allgemeinen langsam Gestalt an mit Ausnahme der fadenförmigen Streifen. Wenn ich diese auftauchen sah, schossen sie — wie schon erwähnt — der Länge nach mit einer fast blitzähnlichen Schnelligkeit über den Himmel, die bei der Berechnung eine wahre Geschwindigkeit von mehreren Kilometern in der Sekunde ergibt. Ein aufmerksamer Beobachter kann nun allerdings binnen wenigen Minuten den Himmel auch mit unterm dicken Gewölk sich beziehen sehen. Es genügt, auf die bekannte Wahrnehmung von John Herschel zu verweisen, der in der Nacht des 19. April 1827 am klaren Himmel ein Stratusgewölk sich im Osten bilden sah, das gegen den westlichen Horizont vorrückte und binnen 8 Minuten den ganzen Himmel einnahm. Das war, wie in allen ähnlichen Fällen, natürlich nicht die Bewegung der Wolkendecke, sondern es war die so schnell fortschreitende Verdichtung des unsichtbaren Wasserdampfes zu sichtbaren Wolken. Der eigentliche Fortzug, das Schwimmen der Wolken auf einer Luftströmung, ist verschieden davon. Rätselhaft aber wird jener Vorgang, wenn er bei den Cirren in schnurgrader langer Fadenform plötzlich mit einem Ruck vor sich geht. Ohne Zweifel ist auch das nur ein Kondensationsvorgang. Aber warum so rasend schnell und warum in Linienform?

Unwillkürlich denkt man dabei an das Aufschießen der Nordlichtstrahlen, wie ja überhaupt die äußere Ähnlichkeit der Polarlichter und der Cirruswolken oft überraschend groß ist. Tatsächlich haben manche Beobachter eine unmittelbare Verbindung zwischen Cirren und Nordlichtern gesehen. Die Angaben darüber lauten zu bestimmt und sind von so eingehenden Schilderungen begleitet, daß ein Zweifel ausgeschlossen ist. A. von Humboldt hielt auf Grund seiner Erfahrungen die in Reihen geordneten feinsten Schäfchenwolken für die Träger des Lichts. Abercromby sah am 3. September 1885 bei den Lofoten eine dünne Dunstschicht, „zu strukturlos, um Cirrus genannt zu werden“, in Verbindung mit einem Nordlicht. Viele Beobachter fanden die Lichtstrahlen dann am lebhaftesten, wenn ein blasser Cirrusdunst den Himmel bedeckte, so dünn, daß er sich nur durch optische Erscheinungen um den Mond verriet. Wiederum hielten andere die langen Polarbanden für das dem Nordlicht zugrunde liegende Gerüst. Nicht selten fanden sich bei Tagesanbruch Cirruswolken von gleicher Gestalt vor, wie sie an derselben Stelle nachts das Polarlicht gezeigt hatte. Aus diesen verschiedenen Mitteilungen folgt, daß es auf die Gestalt der Cirren nicht anzukommen scheint, und das ist klar, wenn man die oft schnellen Formänderungen kennt, denen sie unterliegen.

Nun sind aber diese den Zusammenhang beider Erscheinungen betonenden Angaben von andern Beobachtern bestritten worden; nach ihnen soll die Ver-

bindung gar nicht bestehen. Der Widerspruch läßt sich wahrscheinlich durch Berücksichtigung des Jahres des Sonnenfleckenzyklus oder der Relativzahl lösen. Wenn zur Zeit der Fleckenmaxima die Polarlichter häufiger sind, kann auch häufiger ein zufälliges Zusammentreffen mit gerade vorhandenen Cirruswolken eintreten.

Die Cirruswolken ahmen die Polarlichter oft genug nach, ohne daß sich eine Lichterscheinung zeigt. Und während diese sich nur in der Richtung zum magnetischen Pol am stärksten entwickelt und die Scheitel der Lichtbögen stets die bestimmte Lage zu ihm besitzen, sind die Cirren an keine bestimmte Stelle des Himmels gebunden. Auch geht ihnen die innere Beweglichkeit ab, welche die Polarlichter aufweisen. Allerdings gilt alles das nur von unsern geographischen Breiten, über denen auch die Höhenlage beider Erscheinungen sehr verschieden ist. Wenn die Cirren 9 bis 12 km hoch über dem Erdboden schweben, ist die Höhe der Polarlichter nach einigen hundert Kilometern zu bemessen. Aber in den Polargegenden spielen sich die Lichterscheinungen in bedeutend geringeren Erhebungen ab, ja sie können sich dort unmittelbar über dem Erdboden entwickeln. Und gerade aus den Polargebieten stammen viele Berichte über die enge Verbindung zwischen Cirrusgewölk und Polarlichtern.

Wie sich aus Versuchen ergeben hat, ist das Polarlicht ein durch Kathodenstrahlung hervorgerufenes elektrisches Leuchten der Luft, bei dem außer der Sonne als Hauptursache doch auch der Magnetismus der Erde durch Ausstrahlung nach dem Himmelsraum mitbeteiligt zu sein scheint. Wenn dieselbe Sonnenstrahlung auch dem Eisstaub in der Luft von ihrer Kraft mitteilt, ihn ionisiert und elektrisch leitend macht, könnte er die den Lichterscheinungen äußerlich gleichenden Formen annehmen und beide könnten gleichzeitig nebeneinander bestehen, ohne aber sonst etwas mit einander zu tun zu haben.

Übrigens ist ein ähnlicher Formenwechsel, wie ihn die irdischen Cirruswolken durchmachen, seit längerer Zeit schon an den Flecken auf der Oberfläche des Planeten Jupiter bekannt. Diese erscheinen in 11jähriger Periode abwechselnd zierlicher und mannigfaltiger und dann wieder schwächer ausgeprägt.

Soweit es sich um die Aussendung einer zeitweise verstärkten Strahlenart handelt, die auf Polarlichter, Erdmagnetismus und Cirruswolken wechselnde Wirkung ausübt, ist am direkten Einfluß der Sonnenflecke auf die Erde nicht zu zweifeln.

Was aber die Erreger dieser Wirkungen eigentlich sind, wissen wir nicht sicher. Es ist auch noch nicht entschieden, ob die Fleckenperioden von außen, etwa durch die Planeten oder Meteorschwärme angeregt werden, oder ob die Anregung aus dem Innern des Sonnenkörpers selbst kommt. Beide Ansichten haben ihre Verfechter.

Im Spektrum der Sonnenflecken erblickt man die Fraunhoferschen Linien verbreitert und verstärkt, außerdem treten auch neue Bänder auf. Aber neben verstärkten Linien werden andere blasser, ja die Wasserstofflinien können sogar hell erscheinen. Vor kurzem ist es Hale gelungen, im Spektrum der Sonnenflecken den „Zeemanschen Effekt“ („Weltall“ I, 77) aufzufinden. Zeeman hatte die Entdeckung gemacht, daß unter dem Einflusse magnetischer Kräfte die Linien eines Spektrums sich nicht nur verbreitern, sondern bei stärkerer magnetischer Einwirkung sich spalten, verdoppeln oder weiter teilen. Durch Hales Wahrnehmung ist nun nicht nur ein Beitrag zur Erklärung der

Spektra der Sonnenflecken geliefert, sondern es ist damit der Nachweis erbracht, daß die Flecke magnetische Kraftfelder sind und sich wie Magnete verhalten müssen, wodurch weiter die aus den wahrnehmbaren Wirkungen geschlossene elektromagnetische Strahlung der Sonne auf eine bestimmte Quelle zurückgeführt wird. Die Ursache dieser magnetischen Kraftfelder wird wahrscheinlich in den gewaltigen Wasserstoffwirbeln um die Sonnenflecke liegen, die Hale in Sonnenaufnahmen im roten Wasserstofflicht gefunden hat.

Man pflegte bisher das Fleckenspektrum durch eine Zunahme der Absorption zu erklären, die ihrerseits die beste Erklärung durch eine Temperaturabnahme der Gase innerhalb der Flecken findet. Schon längst war man auf eine gewisse Übereinstimmung dieses Spektrums — wenn von Einzelheiten abgesehen wird — mit dem der Sterne vom Spektraltypus IIIa aufmerksam geworden. Zu diesem gehören die orangefarbenen Sterne wie Beteigeuze im Orion, ferner auch viele veränderliche mit langer Periode, unter denen Mira im Walfisch der bekannteste ist, der zugleich als Vorbild dieser Klasse dienen kann.

Da lag die Hypothese nahe, den Lichtwechsel dieser Sterne durch eine wechselnde Menge ähnlicher Flecken zu erklären, wie sie unsere Sonne zeigt. Man sah die Flecken als „Abkühlungsprodukte“ an — nach Belieben als Wolken oder Schlacken. Wenn die veränderlichen Sterne sich in ihrer geringsten Helligkeit befinden, würden sie am stärksten von Flecken bedeckt sein. Umgekehrt erklärte man auch die Sonne ihrer wechselnden Fleckenmenge wegen für einen veränderlichen Stern mit 11 jähriger Periode. Die Bildung solcher Abkühlungserzeugnisse auf einem Fixstern wäre als Zeichen des Alters zu deuten. Die Temperatur des Sterns nimmt ab, die Folge davon sind chemische Verbindungen der Gase in seiner Atmosphäre, begleitet von Absorptionserscheinungen, die das Licht zu dämpfen beginnen. Die rötliche Farbe erinnert dazu an einen von früherer Weißglut bereits bis zur Rotglut abgekühlten Körper. Im Widerspruch damit steht aber die Tatsache, daß unsere Sonne gerade dann, wenn sie von der größten Fleckenmenge bedeckt ist, ihre größte Tätigkeit entwickelt, ganz abgesehen davon, daß zur selben Zeit weder eine Abnahme des Tageslichts zu bemerken, noch eine Temperaturabnahme auf Erden mit Sicherheit nachzuweisen ist. Je mehr Flecken, desto mehr und desto gewaltigere Umwälzungen im Innern des Sonnenkörpers, für uns in Fackeln und Protuberanzen, Gasausbrüchen aus dem Sonneninnern, sichtbar. Die Folge davon sind Einwirkungen auf den Erdmagnetismus, die Polarlichter und Cirruswolken.

Die größte Kraftentfaltung der Sonne gerade zu dieser Zeit verträgt sich aber schlecht mit der Annahme, die in den Flecken ein Zeichen von Altersschwäche sieht.



Zur Frage der Pendulationstheorie.[1]

Von Wilhelm Krebs, Großflottbek.

Mein Hinweis auf die mechanische Begründung des pendelnden Ausweichens eines rotierenden Systems, im besonderen des Schiffskreisels, ist Lesern, die sich in die Kreiseltheorie nicht eingearbeitet haben, nicht verständlich geworden. Leider hatte die Redaktion des „Weltall“ meine ausführliche Darlegung der einschlägigen Punkte abgeschnitten und außerdem auch das Zitat

[1] Vergl. auch „Das Weltall“ Jg. 10, S. 115, 145 und 204.

dieser Darlegung, in Dr. Völlers Münchener Halbmonatschrift „Natur und Kultur“ vom 15. Januar 1910 durch eine andere Anmerkung ersetzt.

Ich lasse deshalb die einschlägige Stelle wörtlich folgen:

„Alle Räderdampfer zeigen bei aufmerksamer Beobachtung eine Reihe von Erscheinungen, die den Gesetzen der Schlingerbewegungen scheinbar widersprechen. Dahin gehört zunächst ihr beträchtliches seitliches Neigen beim Überlegen des Ruders. Die hierbei auftretenden Neigungen sind wesentlich größer als durch die Zentrifugalkräfte erklärlich erscheint. Die Räderdampfer zeigen ferner in der Fahrt eine merklich größere Periode (Verlangsamung!) der Schlingerbewegungen als bei stillstehender Maschine, und sie rollen im allgemeinen weniger als Schraubendampfer von ähnlichen Verhältnissen. Besonders der zuletzt erwähnte Umstand ist eine allseitig anerkannte Tatsache, weshalb Räderdampfer vielfach auch da noch verwendet werden, wo es längst vorteilhaft gewesen wäre, sie durch Schraubenschiffe zu ersetzen. Die Räderdampfer zeigen außerdem, wenn sie dem Seegang ausgesetzt sind, ein pendelndes Abweichen vom geraden Kurs, das man gewöhnlich dadurch erklärt, daß bald das eine und bald das andere Rad tiefer in die See eintaucht und so das Fahrzeug von der geraden Linie ablenkt.“

Das sind, mit den eigenen Worten des Erfinders, zitiert aus einer Veröffentlichung im Jahrgang 1906 der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“, die Beobachtungen, die dem jetzigen Ehren-Doktor-Ingenieur der Technischen Hochschule, dem Hamburger Schiffbausachverständigen Otto Schlick, die Keime geschenkt haben zur Erfindung des nach ihm benannten Schiffskreisels.

Eines der Kreiselgesetze besagt, daß die Achse eines rotierenden Kreises jeder Ablenkung Widerstand leistet. Die Räder eines Raddampfers wirken wie ein Doppelkreisel. Aus den erwähnten Unarten der Raddampfer konnte sogleich eine Einschränkung gefolgert werden.

Die Ebene jeden Rades steht senkrecht zu der Horizontalebene des Dampfers. Außer diesen beiden ist noch eine dritte, auf ihnen senkrechte Ebene möglich, der der Querschnitt des Schiffes angehört. Jene Unarten kommen darauf hinaus, daß eine Bewegung in dieser Querrichtung — das Rollen des Schiffes — den Kurs ändert, und daß umgekehrt eine Kursänderung eine dem Rollen entsprechende Neigung zur Folge hat. Der Scharfblick des Erfinders Schlick erkannte, daß das Kreiselgesetz gebunden ist an die Möglichkeit des Ausweichens in der dritten senkrechten Ebene, wenn man als erste die Rotationsebene, als zweite und dritte den Quer- und den Horizontalschnitt des Schiffes auffaßt. Der Versuch brachte die volle Bestätiguug des Schlusses. Ein Kreisel, der nicht in entsprechender Weise ausweichen kann, leistet keinen Widerstand mehr, sondern überschlägt sich beim Versuche des Umlegens.

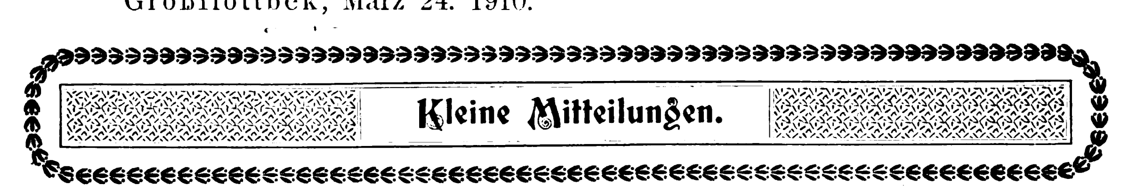
Erst durch diese Entdeckung wurde die Vergeblichkeit früherer Versuche erklärt, durch einen Rotationsapparat Fahrzeuge gegen Rollbewegungen zu schützen. Der Schlicksche Schiffskreisel ist deshalb in eine Kapsel eingebaut, die um eine, zur Rotationsachse selbst senkrechte Achse drehbar ist. Aus praktischen Gründen sind diese Richtungen so gewählt, daß jene eigentliche Kreiselachse im Schiff von oben nach unten, diese Achse für die ausweichende Drehung dagegen von rechts nach links — von Steuer- nach Backbord — gerichtet ist. Beide Drehungen, die der Rotation und die des Ausweichens, finden demnach in Längsrichtungen des Schiffes statt, die zueinander senkrecht stehen.

Doch ist auch damit der volle Erfolg noch nicht erreicht. Wie bei den gewöhnlichen Raddampfern wird durch diese Anordnung die Rollbewegung zwar verlangsamt, also gemildert, aber nicht aufgehoben. Auch das wurde durch den wissenschaftlichen Versuch bestätigt. Ein Kreisel wurde in einen beweglichen Rahmen gespannt und dieser mit einem Pendel verbunden. Durch die Rotation des Kreisels wurden die Pendelschläge verlangsamt. Eingeschränkt bis nahe zum vollen Verschwinden wurden sie erst dann, wenn die ausweichende Bewegung durch dämpfende Bremsung erschwert wurde. Die Erklärung ist, daß die Pendelbewegung — beim Schiff also die Rollbewegung — sich in die ausweichende Drehung umsetzt. Diese verlängert nur die Schwingungen und verlangsamt sie, solange sie ungestört bleibt. Durch Dämpfen wird die ausweichende Drehung aber in Wärme umgesetzt. Durch solches Verschwinden dieser mechanischen Bewegung wird dann auch die Rollbewegung, die den Anlaß gab, auf Nimmerwiederkehr vernichtet. — Soweit das Zitat.

Das pendelnde Ausweichen eines rotierenden Systems, beim Neigen seiner Axe, ist demnach durch die Kreiselversuche und durch den Schiffskreisel des Herrn Dr. ing. Schlick aufs neue erwiesen. Es ist sogar der Kern der genialen Erfindung des Schiffskreisels. Seine Anwendung auf die rotierende Erde in der Form der Pendulations-Theorie der Herren Reibisch und Simroth ist also durchaus berechtigt.

Eine wissenschaftliche Diskussion über Ansichten, die auf vollkommene Verkennung jener Tatsache und auf eine durchaus verkehrte Darstellung der Arbeit des Schiffskreisels hinauslaufen, ist unmöglich. Ihr Ausbleiben ist also nicht als Zustimmung aufzufassen.

Großflottbek, März 24. 1910.



Kleine Mitteilungen.

Die Entdeckung eines neuen Sterns im Sternbilde des Schützen ist auf telegraphischem Wege aus Cambridge, Mass., der Kieler Zentralstelle gemeldet worden. Dieser neue Stern ist nachträglich auf einer Platte vom 31. Mai 1910 von Frau Fleming entdeckt worden. Damals war der Stern 7. Größe, also hell genug, um schon mit einem kleineren Fernrohr gesehen werden zu können. Seine Position ist: Rektaszension = 17^h 52^m 15^s und Deklination = -27^0 32.2′. Er steht unweit des hellen Sternes γ im Schützen und befindet sich wie fast alle neuen Sterne in der Milchstraße. Er hat die Bezeichnung Nova Sagittarii Nr. 2 bekommen. Es war auch Frau Fleming, der die Entdeckung von Nova Sagittarii Nr. 1 im März 1899 gelungen ist und zwar auf einer Photographie, die bereits ein Jahr zuvor in Arequipa aufgenommen worden war.

In früheren Zeiten wurden nur solche neuen Sterne entdeckt, deren Aufflammen aus dem Dunkel der Nacht schon mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden konnten. Zu den bekanntesten Erscheinungen dieser plötzlich auftauchenden Gestirne gehört der Tychonische aus dem Jahre 1572, welcher oberhalb der Cassiopeja stand und noch heller als der Sirius war. Die Nova Persei, welche am 21. Februar 1901[1]) zuerst von Anderson gesehen worden ist, hat durch die im 6. Jahrgang unserer Zeitschrift, Seite 24, abgebildeten Nebel, die sich um diesen neuen Stern ausbreiteten, die frühere Annahme zur Gewißheit gemacht, daß das Aufleuchten dieser interessanten Gebilde dadurch hervorgerufen wird, daß dunkle abgekühlte Welten beim Durchmarsch durch kosmische Nebel zum Wiederaufglühen gebracht werden. So erklären sich auch die hellen Linien, welche zumeist in dem Spektrum der neuen Sterne gesehen werden.

F. S. A.

[1]) Vgl. F. S. Archenhold: Jg. 1, S. 93: Der neue Stern im Perseus; Jg. 6, S. 171: Der neue Stern Nr. 2 im Adler 1905; Jg. 1, S. 108, 132, 222; Jg. 6, S. 64, 145.



Die säcularen Aenderungen der erdmagnetischen Elemente von Dr. H. Fritsche. (Auszug vom Verfasser). In der vorliegenden Publikation[1]) habe ich versucht, die säcularen Aenderungen der erdmagnetischen Elemente für alle Zeiten näherungsweise zu bestimmen, insbesondere für die Jahrhunderte vor der Epoche 1550 n. Chr., von denen wir fast gar keine Nachrichten über den Erdmagnetismus besitzen, indem Beobachtungen der Deklination erst um ca. 1500 n. Chr. beginnen. Ich ging davon aus, daß die Erde, was ihre Gestalt, Zusammensetzung, Temperatur etc. anbetrifft, seit vielen tausend Jahren, im großen und ganzen sich wenig verändert hat, und bewies an der Hand meiner früheren Publikationen dies speziell für den Erdmagnetismus während der Beobachtungsperiode 1550 bis 1900, wobei ich auch an den von mir sehr wahrscheinlich gemachten Satz erinnerte, daß seine Säcularvariation von Wanderungen der Wärme in der Erdrinde herrühre, und kam zu dem Schlusse, daß die erdmagnetischen Elemente in sehr verwickelter Weise, unperiodisch, wellenförmig im Laufe der Jahrhunderte hin und her schwanken und nach langen Zeiträumen zu denselben oder nahe denselben Werten zurückkehren, weshalb man fast immer nur einen mittleren, genäherten, nicht exakt den wahren Wert der Säcularvariation bestimmen kann.

Da für eine bestimmte Epoche die erdmagnetischen Elemente, welche wir an einer unbegrenzten Zahl von Orten an der Erdoberfläche beobachten können, von den Coefficienten g h der Theorie, deren Anzahl eine beschränkte, 46, ist, abhängen, so teilte ich letztere in drei Gruppen von 24, 9 und 13 Gliedern und stellte die erste Gruppe durch eine 500jährige, die zweite durch eine 700jährige und die dritte durch eine 900jährige Periode dar. Dazu bediente ich mich der Formel (1) g oder $h = p^{(0)} + p^{(1)} \cos t' + q^{(1)} \sin t' + p^{(2)} \cos 2t'$ für g und h der 500- und 900jährigen Periode, und der Formel (2) g oder $h = p^{(0)} + p^{(1)} \cos t' + q^{(1)} \sin t' + q^{(2)} \sin 2t'$ für die g und h der 700-jährigen Periode; worin p und q konstante, von der Zeit unabhängige, aus den gegebenen Werten g h der 8 Epochen 1550, 1600, 1650, 1700, 1780, 1842, 1885 und 1900 abzuleitende Größen bedeuten und $t' = $ resp. $\frac{360^0}{500}\, t, \frac{360}{700}\, t$, oder $\frac{360}{900}\, t$ Grad, wenn t die Zahl der Jahre, von der Epoche + 1575 als Anfang gerechnet. Hieraus folgt, daß dieselben erdmagnetischen Elemente — nämlich das Potential P, der ideale Magnetismus F, die nördliche Componente X, die westliche Y, die vertikale Componente Z, die Deklination δ, die Inklination i, die horizontale Intensität T und die ganze Intensität I — erst nach Verlauf von 5.7.900 oder 31500 Jahren in derselben Reihenfolge wiederkehren.

Es sind also die verhältnismäßig kurzen Perioden von 500, 700 und 900 Jahren der Coefficienten g h der Theorie von mir dazu benutzt, um die daraus sich ergebenden Elemente P F X Y Z δ i T I in langjähriger Periode darzustellen, etwa wie Ptolemäus sich der Epicyclen — an deren Realität er wohl selbst nicht geglaubt hat — bediente, um die verwickelten Bewegungen der Planeten approximativ zu bestimmen.

Die Verteilung der 46 Coefficienten g h der Theorie in die genannten 3 Gruppen habe ich derart vorgenommen, daß die die ganze Periode umfassenden Werte der Funktionen g und h über die Grenzen der während des Zeitraumes 1550 bis 1900 beobachteten g und h möglichst wenig hinausgingen. Dies ersieht man aus Tafel (1) und den Tafeln (8)α, (9)α, (10)α der vorliegenden Publikation, wo die Größen g und h für alle Zeiten t der drei Perioden, nach obigen Formeln (1) und (2) berechnet, angegeben sind.

Aus (8)α, (9)α und (10)α habe ich sodann die 46 Werte g h der 27 Epochen: —2700, —1100, —900, —700, —500, —300, —100, +100, +300, +500, +700, +900, +1000, +1100, +1200, +1300, +1400, +1500, +1550, +1600, +1650, +1700, +1780, +1842, +1885, +1900 und +1925 interpoliert und damit für die Breiten $\varphi = +50^0{,}2 + 45^0{,}2 + 40^0{,}2 + 35^0{,}2 + 30^0{,}2 + 20^0{,}1$ und 0^0 die nördliche Componente X, die westliche Y und vertikale Z als Funktionen der Länge λ berechnet, nämlich:

$$X = k_0 + k_1 \cos\lambda + K_1 \sin\lambda + k_2 \cos 2\lambda + K_2 \sin 2\lambda \ldots\ldots + k_5 \cos 5\lambda + K_5 \sin 5\lambda$$
$$Y = l_1 \cos\lambda + L_1 \sin\lambda + l_2 \cos 2\lambda + L_2 \sin 2\lambda \ldots\ldots + l_5 \cos 5\lambda + L_5 \sin 5\lambda$$
$$Z = m_0 + m_1 \cos\lambda + M_1 \sin\lambda + m_2 \cos 2\lambda + M_2 \sin 2\lambda \ldots\ldots + m_5 \cos 5\lambda + M_5 \sin 5\lambda$$

wo k l m K L M nur von φ abhängen.

Mit Hilfe dieser Gleichungen habe ich nun endlich die Deklinationen δ, die Inklinationen i und die Intensitäten T und I abgeleitet für Südostasien und das Mittelmeergebiet, von denen uns

---

[1]) Dr. H. Fritsche. Die säcularen Aenderungen der erdmagnetischen Elemente. Mit 4 Isogonenkarten des Mittelmeergebietes für die Epochen 1200, 1300, 1400 und 1500. Riga 1910, gedruckt in der Müllerschen Buchdruckerei (Herderplatz Nr. 1).



Nachrichten, wenn auch sehr spärliche, über den Erdmagnetismus aus Zeiten vor + 1500 überkommen sind.

Im chinesischen Reiche, wo der Kompaß schon um 1100 v. Chr., vielleicht schon viel früher, bekannt war, dürfte die Deklination nie bedeutende numerische Werte erreicht haben, da die Chinesen, welche auch bei bedecktem Himmel über die 4 Himmelsgegenden N O S W gut orientiert sind, sie beim Bau der Häuser stets berücksichtigen, die Wegrichtung danach angeben etc., große Abweichungen der Kompaßnadel von der Südrichtung gewiß bemerkt und in ihrer Literatur überliefert hätten. Dies stimmt auch mit der folgenden von mir berechneten Tafel (3), welche ich aus Tafel (14) p. 13 meiner Arbeit, entlehnt habe:

Tafel (3). Deklination δ.

Epoche	Breite $\varphi = +40°,2$		$\varphi = +20°,1$		$\varphi = 0°$	
	Länge $\lambda = 105°$	120°	105°	120°	105°	120°
−2700	−1°.27′	−0°.46′	−1° 22′	−1°.35′	−0°.27′	−1°.6 ′
−1100	+5 .59	+2 .9	+4 .16	−0 .18	+4 .4	−1 .29
− 700	−2 .42	+3 .51	−2 .11	+2 .21	−0 .33	+2 .25
− 100	+4 .46	+3 .19	+1 .7	−1 .11	- 0 .6	- 3 .10
+ 300	+1 .19	+6 .53	+2 .55	+7 .8	+4 .39	+8 .16
+1100	− 1 .57	+ 4 .42	−2 .26	+2 .36	−1 .46	+1 .36
+1200	+ 5 .5	+ 9 .49				
+1300	+10 .5	+12 .55	+6 .57	+9 .31	+6 .36	+9 .18
+1550	+ 8 .43	+ 3 .42	+4 .26	+0 .28	+3 .23	−0 .50
+1600	+ 5 .12	+ 1 .11	+2 .31	−1 .8	+2 .15	−1 .30
+1650	+1 .57	−0 .32	+1 .2	−1 .32	+1 .57	−0 .31
+1700	+1 .19	0 .0	+0 .1	−1 .42	+0 .50	−1 .15
+1780	−0 .22	+1 .33	−0 .48	−0 .10	−0 .34	−0 .49
+1842	−1 .0	+2 .18	−1 .30	+0 .11	−1 .14	−0 .49
+1885	−0 .46	+3 .24	−1 .36	+0 .25	−1 .32	−1 .19

Grade und Minuten der Deklination δ der Tafel (3) sind durch Punkte getrennt.

Im Nordosten des eigentlichen Chinas war also δ vorwiegend stets westlich und zu Peking in den Jahrhunderten n. Chr. immer westlich, um das Jahr + 1150 gleich + 6° und um + 1300 gleich + 12°, während die Chinesen um + 1150 in China (wo?) $\delta = +15°$ beobachtet haben, wie der Sinologe Klaproth berichtet!

Was ferner die Deklination im Mittelmeergebiet anbetrifft, so habe ich in der vorliegenden Arbeit zwei ausführliche Tafeln (19) und (20) pag. 17 und 18 für die Breiten $\varphi = +50°,2$, $+45°,2$, $+40°,2$, $+35°,2$, $+30°,2$ und Längen $\lambda = 0°$, 7°,5, 15°, 22°,5, 30°, 37°,5, für 21 Epochen zwischen + 1000 und + 1925 gegeben, wovon ich hier nur die 7 Epochen zwischen den Jahren + 1200 und + 1500 in der Tafel (4) mitteilen werde.

Tafel (4). Deklination δ in Graden und Zehntel-Graden.

	Breite $\varphi = +50°.2'$							Breite $\varphi = +45°.2'$					
Epoche	$\lambda = 0°$	7°.5	15°	22°.5	30°	37°.5	Epoche	$\lambda = 0°$	7 .5	15°	22°.5	30°	37°.5
+1200	+ 3°.1	− 1°.5	− 5°.6	− 9°.0	−11°.8	−14°.0	+1200	+ 3°.8	− 0°.3	− 3°.8	− 6°.8	− 9°.3	−11°.3
+1250	− 1 .6	− 6 .3	−10 .2	−13 .2	−15 .5	−17 .1	+1250	− 0 3	− 4 .5	− 7 .9	−10 .5	−12 .3	−13 .3
+1300	− 5 .2	− 9 .8	−13 .6	−16 .2	−17 .8	−18 .4	+1300	− 3 .6	− 7 .7	−10 .9	− 13 .1	−14 .3	−14 .5
+1350	− 8 .5	−12 .9	−16 .0	−17 .8	−18 .4	−18 0	+1350	− 6 .9	−10 .8	−13 5	−15 .0	−15 .2	−14 .2
+1400	−11 .1	−14 .9	−17 .2	−18 .2	−17 .5	−15 .3	+1400	− 9 .5	−12 .9	− 15 .0	−15 .6	−14 .9	−12 .8
+1450	−12 .7	−15 8	−17 .3	−17 .1	−15 .4	−12 .2	+1450	−11 .0	−14 0	−15 .4	−15 .1	−13 .2	− 9 .7
+1500	−13 .1	−15 .6	−16 .3	−15 .0	−11 .9	− 7 .0	+1500	−11 .6	−13 .8	−14 .4	−13 .2	- 10 .4	− 6 .0
	Breite $\varphi = +40°.2'$							$\varphi = +35° 2$					
+1200	+ 4°.4	+ 0°.7	− 2°.5	− 5°.2	− 7°.4	− 8°.9	+1200	+4°.9	+ 1°.6	− 1°.3	− 3°.8	− 5°.9	− 7°.5
+1250	+ 0 .7	− 3 .0	− 6 .0	− 8 .3	− 9 .9	−10 .8	+1250	+1 .6	− 1 .8	− 4 .5	− 6 .6	− 8 .0	− 8 .8
+1300	− 2 .2	− 5 .8	− 8 .8	- 10 .8	−11 .7	−11 .6	+1300	−1 .0	− 4 .5	− 7 .1	− 8 .8	− 9 .5	−9 .2
+1350	- 5 .4	- 9 .0	−11 .4	−12 .7	−12 .8	−11 .8	+1350	− 4 .1	− 7 .5	− 9 .7	−10 .8	- 10 .8	−9 .7
+1400	− 8 .0	−11 3	−13 .2	−13 .7	−12 .9	−10 8	+1400	− 6 .7	− 9 .8	−11 .6	−12 .1	−11 .3	−9 .2
+1450	- 9 .6	−12 .3	−13 .6	−13 3	−11 .7	− 8 .8	+1450	−8 .5	−11 .1	−12 .3	−12 .0	− 10 .4	−7 .5
+1500	−10 .2	−12 .3	−12 .8	−11 .8	− 9 .2	− 5 .1	+1500	−9 .1	−11 .0	−11 .5	−10 .5	− 8 .1	−4 .3

Tafel (4). Deklination δ in Graden und Zehntel-Graden.

Epoche	$\varphi = +30^0.2'$ $\lambda = 0^0$	$7^0.5$	15^0	$22^0.5$	30^0	$37^0.5$
+1200	$+5^0.3$	$+2^0.3$	$-0^0.3$	$-2^0.6$	$-4^0.5$	$-6^0.1$
+1250	+2 .4	−0 .7	−3 .2	−5 .1	−6 .3	−6 .9
+1300	0 .0	−3 .3	−5 .7	−7 .2	−7 .7	−7 .2
+1350	−2 .9	−6 .2	−8 .3	−9 .3	−9 .2	−8 .0
+1400	−5 .4	−8 .4	−10 .2	−10 .6	−9 .9	−8 .0
+1450	−7 .2	−9 .8	−11 .0	−10 .6	−8 .9	−5 .9
+1500	−7 .9	−9 .7	−10 .2	−9 .4	−7 .2	−3 .7

Die Deklinationen δ_r der Tafel (20), welcher die vorstehende Tafel (4) entnommen ist, lassen sich leicht darstellen als Funktion der Zeit in 800jähriger Periode durch eine Reihe mit nur 5 Gliedern von der Form $\delta_r = p^{(0)} + p^{(1)} \cos t' + q^{(1)} \sin t' + p^{(2)} \cos 2\,t' + q^{(2)} \sin 2\,t'$ (wo $t' = 0^0.45\,t$, t das Jahr in der Periode von 800 Jahren und p q konstante, von t unabhängige Größen); welche Formel, wenn man δ_r mit den in der folgenden Tafel (5) gegebenen numerischen Werten p q berechnet, von den Tafelwerten (20) oder (4) durchschnittlich nur um $\pm\,0^0.8$ abweicht. Man darf dies als eine Bestätigung der in (20) und (4) enthaltenen, vermittelst der drei Perioden der Coefficienten g h von 500, 700 und 900 Jahren abgeleiteten Deklinationswerte betrachten.

Tafel (5). pq in Graden und Bruchteilen von Graden.

	Länge $\lambda = 0^0$ Anfangsepoche + 1270			Länge $\lambda = 15^0$ Anfangsepoche + 1175			Länge $\lambda = 30^0$ Anfangsepoche + 1120, wo t = 0 ist.		
Breite φ =	$+50^0 2$	$+40^0.2$	$+30^0 2$	$\varphi = +50^0 2$	$+40^0.2$	$+30^0 2$	$\varphi = +50^0 2$	$+40^0.2$	$+30^0.2$
$p^{(0)}$	$+2^0.54$	$+3^0.10$	$+3^0.71$	$-3^0.17$	$-0^0 97$	$+0^0 55$	$-4^0.99$	$-2^0.19$	$-0^0.07$
$p^{(1)}$	−2 .26	−2 .24	−1 .96	+4 .34	+3 .64	+3 .20	+4 .05	+3 .50	+3 .09
$q^{(1)}$	−16 .62	−14 .25	−12 .47	−15 .52	−13 .57	−12 .20	−13 .47	−11 .57	−10 .32
$p^{(2)}$	−0 .97	−1 .27	−1 .57	−1 .95	−2 .67	−3 .15	−0 .12	−1 .65	−2 .52
$q^{(2)}$	+2 .50	+2 .62	+2 .40	−0 .30	+0 .22	+0 .40	−0 .20	−0 .17	−0 .17

Die Differenzen zwischen den höchst spärlichen Angaben inbetreff der beobachteten Deklination vor der Epoche +1500 oder zwischen δ_b und der von mir berechneten δ_r sind folgende:

	$\delta_r - \delta_b$
δ_b beobachtet von Columbus im Jahre 1492 bei der Insel Corvo	$+1^0.5$
δ_b nach Angabe von P. de Maricourt in Italien (Rom?) im Jahre 1269	−1 .7
δ_b „ „ „ „ zu Paris, im Jahre 1268 . .	+3 .5
Mittel $\delta_r - \delta_b$ =	$\pm\,2^0.2$,

während ich für die zahlreichen Messungen der 5 Epochen 1550, 1600, 1650, 1700 und 1780 $\delta_r - \delta_b = \pm\,1^0.7$, also nur $^1/_2$ Grad weniger erhielt.

Was nun die italienischen Seekarten des Mittelalters (Portolanen) anbelangt, so sind sie, nach den Forschungen der Geographen sehr wahrscheinlich im 13. Jahrhundert entstanden, waren Ende desselben definitiv ausgebildet mit Hilfe des um ca. 1200 n. Chr. in Gebrauch gekommenen Kompasses, und die Karten des Mittelmeergebietes späterer Zeiten, bis etwa 1600, sind bloße Kopien der von 1300 ohne wesentliche Veränderungen. Nach den von mir berechneten Tafeln der Deklination [cf. Tafel (4) und (20)] fand im Mittelmeergebiet um das Jahr 1400 ein langdauerndes Maximum der östlichen Deklination δ, ca. -15^0 statt, so daß sich δ von 1300 bis 1500 sehr wenig änderte; wodurch es erklärlich wird, daß nach dem 13. Jahrhundert auf den Seekarten keine wesentlichen Verbesserungen vorgenommen wurden. Professor K. Kretschmer hat seinem im vorigen Jahre erschienenen Werke, betitelt: „Die italienische Portolane des Mittelalters" (Berlin 1909), die Kopie einer italienischen Seekarte aus der ersten Hälfte des XV. Jahrhunderts beigegeben. Nahe ihrer Mitte ist eine Kompaß-Strichrose mit 16 Durchmessern gezeichnet, die untereinander alle einen Winkel von $11^1/_4$ Grad bilden und sich über die ganze Karte, auf welcher weder Meridiane noch Breitenkreise aufgetragen, erstrecken. Einer dieser Durchmesser geht durch das Zentrum c der Strichrose und durch den Mittelpunkt d des nördlich über c stehenden Sternes ∗ und außerdem sind in Abständen von 79 mm im Osten und Westen von d c sieben zu d c parallele Gerade von N nach S über die ganze Karte ausgezogen. Ich habe nun angenommen, daß diese 8 unter sich parallele gerade Linien, wovon eine d c, durch den Stern ∗ geht, die Richtung der Kompaßnadel repräsentieren und daß diese Richtung bei der Konstruktion der Karte als überall gleich vorausgesetzt wurde. Mit

Hilfe des Stielerschen Atlas und der Küsten der Inseln und des Festlandes habe ich 3 möglichst richtige Parallelkreise auf die mittelalterliche Karte aufgetragen: im westlichen Mittelmeer unter der Breite $\varphi = +40^{\circ}$ und Längen $\lambda = 0^{\circ}$ bis 15° E. v. Gr.; im östlichen Mittelmeer von λ 15° bis 40° für $\varphi = +35^{\circ}$ und im Schwarzen Meer unter der Breite $+45^{\circ}$, und habe die Senkrechten auf diese 3 Parallelkreise als astronomische Meridiane betrachtet. Es ergab sich, daß auf der Portolane die Deklination δ_k überall östlich, negativ war.

Die folgende Tafel enthält die Werte von δ_k, sowie die von mir berechneten δ_r der Epoche $+1300$, der Zeit der Ausbildung der Portolane.

	Breite + 40°				Breite + 35°					Schwarzes Meer Breite + 45°	
Länge λ =	0°	5°	10°	15°	λ = 15°	21°	26°	30°	35°	λ = 33°	37° E. v. Gr.
Karte δ_k	−2°.5	−4°.5	−6°.0	−6°.5	−8°.5	−10°.6	−12°.0	−13°.0	−13°.0	−13°.0	−14°.0
Rechnung δ_r	−1 .2	−4 .6	−6 .8	−8 .8	−7 .1	− 8 .5	− 9 .1	− 9 .5	− 9 .3	−14 .4	−14 .5
$\delta_r - \delta_k$	+1 .3	−0 .1	−0 .8	−2 .3	+1 .4	+ 2 .1	+ 2 .9	+ 3 .5	+ 3 .7	− 1 .4	− 0 .5

Die Differenz $\delta_r - \delta_k$ ist also im Mittel aller 11 Werte nur $\pm$ 1°.8.

Nach Steger, welcher eine Anzahl mittelalterlicher Kompaßkarten mit Meridianen und Parallelkreisen versah, ist der Orientierungsfehler im westlichen Teile des Mittelmeeres 6° bis 7°, im Tyrrhenischen Meer 8 bis 9 Grad und im Levantemeer bis 11°. Dies stimmt also hinreichend genau mit meinen Rechnungen.

Zum Schlusse meiner Arbeit bringe ich in den acht Tafeln (23) bis (30) die erdmagnetischen Elemente X Y Z δ i T I zur Epoche 1925 für die ganze Erdoberfläche, berechnet in Länge und Breite von 10 zu 10 Grad mit den Werten der Coefficienten g h der Theorie, welche ich auf Grund der 3 Perioden 500, 700 und 900 Jahre für g h gefunden habe; und außerdem habe ich vier Isogonenkarten des Mittelmeergebietes für die Epochen 1200, 1300, 1400 und 1500 dem Werke angefügt.

Von besonderem Interesse dürfte die folgende Zusammenstellnng (6) der Coordinaten φ und λ der magnetischen Erdpole sein, wie sie sich nach meinen Rechnungen ergeben.

Tafel (6).

Epoche	Nordpol Breite φ	Nordpol Länge λ	Südpol Breite φ	Südpol Länge λ
−2700	+70°.0	262°.5	−75°.5	160°.0
−1100	+78 .0	231 .3	−80 .0	209 .0
− 500	+71 .0	256 .4	−80 .4	202 .0
+ 100	+68 .0	266 .5	−77 .8	155 .0
+ 700	+87 .0	125 .0	−75 .0	162 .0
+1300	+80°.0	100°.0	−69°.0	158°.0
+1550	+76 .3	241 .9	−81 .4	205 .5
+1600	+78 .7	239 .0	−81 .3	190 .5
+1650	+80 .2	238 .8	−80 .5	180 .0
+1700	+75 .8	249 .0	−77 .2	155 .2
+1780	+71°.6	252°.1	−71°.1	144°.6
+1842	+70 .9	262 .6	−73 .1	147 .3
+1885	+70 .0	262 .7	−73 .7	153 .0
+1900	+69 .3	263 .5	−74 .0	155 .2
+1925	+70 .1	264 .3	−74 .8	158 .0

Die Werte der ersten 6 Epochen und die der Epoche + 1925 sind mittelst der 3 Perioden 500, 700 und 900 Jahre der Coefficienten g h abgeleitet, die übrigen meinen früher publizierten Schriften entnommen. Hiernach variierte die Lage (φ, λ) der beiden erdmagnetischen Pole im Laufe der 4625 Jahre — vom Jahre −2700 bis +1925 — welche obige Tafel (6) umfaßt, zwischen nachstehenden Grenzen:

Nördlichste Lage d. magn. Nordpols $\varphi = +87°.0$ Epoche + 700, d. magn. Südpols $\varphi = -69°.0$ Epoche + 1300
Südlichste „ „ „ „ $\varphi = +68.0$ „ + 100, „ „ „ $\varphi = -81.4$ „ + 1550

Westlichste Lage d. magn. Nordpols $\lambda = 100°.0$ Epoche + 1300, d. magn. Südpols $\lambda = 144°.6$ Epoche + 1780
Oestlichste „ „ „ „ $\lambda = 266.5$ „ + 100, „ „ „ $\lambda = 209.0$ „ − 1100

Die Schwankungen in der Position des magnetischen Nordpols betrugen demnach im Maximum in Breite $\Delta\varphi = 19^0.0$ in Länge $\Delta\lambda = 166,^0 5$, die des magnetischen Südpols $\Delta\varphi = 12^0,4$ und $\Delta\lambda = 64^0,4$, waren also, ähnlich wie die jährlichen Temperaturschwankungen der Luft am Nordpol bedeutend größer als am Südpol. Endlich ist noch bemerkenswert, daß um das Jahr 2700 vor Christus beide magnetischen Erdpole sehr nahe dieselbe Lage hatten wie in der Jetztzeit, um 1900.

* * *

Über die Temperatur der Sonne und Sterne stellte M. Nordmann an der Sternwarte zu Paris neueste photometrische Messungen an. Nach zunehmender Temperatur geordnet ergibt sich folgendes Bild:

Stern	Temperatur Grad	Stern	Temperatur Grad
ϱ im Perseus	2 870	Wega	12 200
ξ - Cepheus	4 260	β im Perseus	13 300
δ - Cepheus . . .	4 550	γ in der Leier . . .	14 500
Sonne	5 320	ε im Perseus	15 200
γ im Schwan	5 620	δ - Perseus	18 500
δ - Cepheus . . .	6 900	λ - Stier	über 40 000
Polarstern	8 200		

Bei diesen hohen Temperaturen ist die jüngst geprägte Bezeichnung „Sternöfen“ für solche heißen Sonnen nicht ohne Berechtigung.

* * *

Über die Lichtveränderung gewisser Satelliten in unserm Planetensystem stellt See eine neue Hypothese (A. N. 4448) auf, da die bisherigen Erklärungsversuche nicht befriedigend ausgefallen sind. Die Entfernungen der Monde sind mit Ausnahme unseres eigenen Mondes so groß, daß größere Einzelheiten auf der Oberfläche derselben nicht beobachtet werden können. Aus ihrer Lichtschwankung lassen sich jedoch gewisse Schlüsse ziehen. Es ist anzunehmen, daß die kleinen Monde durch Gezeitenwirkung ihres Planeten sehr bald ihre Axendrehung verloren haben. Ein besonders auffälliges Beispiel für die Veränderung der Helligkeit bietet der Saturnsmond Japetus dar. Schon bald nach seiner Entdeckung von Cassini im Jahre 1671 war er so schwach, daß er einige Jahre als verloren galt. William Herschel bestätigte die spätere Beobachtung Cassinis, daß dieser Mond in der einen Hälfte seiner Bahn regelmäßig unsichtbar wurde, was See damit erklärt, daß dieser Satellit dem Saturn immer, wie unser Mond der Erde, dasselbe Gesicht zeigt und daß die eine Hälfte viel dunkler als die andere ist. Die dunklere Hälfte besteht hiernach aus sogenannten Meeresflächen, deren Boden das Licht nicht so stark reflektiert wie die andere Seite.

Auch bei den andern Saturnsatelliten, ebenso wie bei den Jupitertrabanten, fällt die Beziehung der Helligkeitsschwankungen zu den Stellungen der Satelliten in ihrer Bahn auf und zwar ist diese Beziehung um so stärker ausgeprägt, je kleiner der Abstand von den Planeten ist. Guthnick nimmt an, daß eine starke Abweichung von der Kugelgestalt bei einer Erklärung der Helligkeitsschwankung der Satelliten eine gewisse Rolle spielt. Es müssen weitere Beobachtungen abgewartet werden, bevor eine alle Beobachtungen befriedigende Erklärung dieser hochinteressanten Lichtveränderlichkeit der Satelliten gegeben werden kann.

* * *

Neue Fernrohre für das Sproul-Observatorium in Swarthmore (Pennsylvanien) sind vom Staatssenator W. C. Sproul in Cester, Pa. und Herrn Stephen Loines in New-York gestiftet worden. Es handelt sich um einen 24zölligen Refraktor, der in den Brashearschen Werkstätten in Allegheny angefertigt wird, und um einen neuen Reflektor. Der Direktor des Observatoriums I. A. Miller, Professor der Astronomie am Swarthmore College, ist besonders bekannt wegen seiner Doppelsternmessungen und Sternschnuppenbeobachtungen. Miller hat schon mit dem früher von W. C. Sprove der Sternwarte geschenkten Brashearschen neunzölligen photographischen Doppelrefraktor sehr schöne Aufnahmen des Kometen Morehouse erhalten, die die Sprengung des Schweifes dieses Kometen in zwei Teile am 15. Oktober 1908 deutlich erkennen lassen. Auch hat Miller in seiner früheren Stellung als Direktor der Kirkwood-Sternwarte in Bloomington Gelegenheit gehabt, mit dem dortigen 12zölligen Refraktor zahlreiche Doppelsternmessungen anzustellen und auch schöne Photographien vom Monde und von Nebelflecken anzufertigen, sodaß die neuen Instrumente in die Hände eines erfahrenen Beobachters gelangen. F. S. A.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 3. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1910 November 1.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Einiges von den flüssigen Krystallen.

Von Werner Mecklenburg.

Einleitung.

Was ein fester Körper ist, das glaubt ein Jeder zu wissen, und doch gibt es Fälle, in denen man sich mit Recht fragen muß, ob ein Körper, der einem vorliegt, tatsächlich das Prädikat „fest“ verdient. So sei z. B. an den in der Natur vorkommenden Asphalt erinnert: Manche Asphaltsorten machen, wenn man sie sieht und befühlt, durchaus den Eindruck von festen Stoffen. Breithaupt hat die Härte von Asphalten bestimmt; sie schwankte bei dem von ihm untersuchten Proben zwischen 2 und 4, d. h. der Asphalt war so hart, er setzte dem Eindringen eines festen Körpers einen so großen Widerstand entgegen, wie der Gips mit der Härte 2, eine Kupfermünze mit der Härte 3 oder gar der Flußspath mit der Härte 4. Der berühmte Asphalt- oder Pechsee von La Brea auf der Insel Trinidad, ein großer kreisförmiger See, dessen Durchmesser etwa eine halbe Meile beträgt, wird folgendermaßen beschrieben[1]): „Man denke sich einen See inmitten eines holsteinischen Torfmoores, man ersetze in der Phantasie das Wasser durch eine rötlichbraune zähe Flüssigkeit, die in einem ewigen langsamen Sieden und Brodeln begriffen ist und auf deren Oberfläche kleinere und größere Inseln von bereits in der Erstarrung begriffenem Erdpech treiben; rund herum eine Zone von hartem, beschreitbarem, aber noch eindrucksfähigem, mit der Hacke zu bearbeitendem Asphalt, der wieder etwas weiter nach außen vom See steinhart wird.“ Der Asphalt ist also offenbar bei gewöhnlicher Temperatur durchaus als fester Körper zu bezeichnen. Und doch, läßt man ein Stück dieses harten Asphalts längere Zeit liegen, so sieht man, wie die vorher scharfen

[1]) Zitiert nach Köhler: Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte. Braunschweig 1904, S. 24.

Kanten der Bruchfläche sich allmählich abrunden, wie das ganze Stück unter der Wirkung der Schwerkraft allmählich nach den Seiten hin auseinanderläuft und auf der Unterlage schließlich wie etwa ein Wassertropfen eine ganz flache Scheibe bildet. Diese Erscheinungen sind nun wieder mit dem Begriff eines festen Körpers nicht vereinbar. Ferner kann man, worauf schon Maxwell die Aufmerksamkeit gelenkt hat, den harten, festen Asphalt mit steigenden Mengen des zähflüssigen Teers mischen; man erhält dann Stoffe, deren Festigkeit, Härte und Flüssigkeitsgrad zwischen denen des Asphalts und des Teers liegen, und verdünnt man endlich den Teer mit Benzol, so kommt man mit wachsendem Benzolgehalt zu immer leichter beweglichen Flüssigkeiten Kurz, nicht nur können wir nicht mit Bestimmtheit sagen, ob der Asphalt fest oder flüssig ist, sondern wir können auch alle möglichen Übergänge zwischen dem uns in erster Linie doch als fest erscheinenden Asphalt und so leicht beweglichen Flüssigkeiten wie dem Benzol verwirklichen. Ähnliche Beobachtungen können wir an dem gewöhnlichen Glase machen: Erwärmen wir das unzweifelhaft feste, harte Glas, so wird es mit steigender Temperatur weicher und weicher und geht allmählich in eine tropfenbildende Flüssigkeit über. Also auch hier wieder die Unmöglichkeit, die Grenze zwischen fest und flüssig anzugeben.

Aus dem Gesagten darf man nun aber keineswegs den Schluß ziehen, daß der Übergang aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand immer allmählich oder kontinuierlich erfolge, im Gegenteil, in den meisten Fällen geschieht die Umwandlung eines festen Stoffes in einen flüssigen oder umgekehrt plötzlich Erhitzen wir z. B. metallisches Zinn, so behält es bis 232° seine Festigkeit, und bei 232° wird es auf einmal flüssig. Wir sagen, das Zinn schmilzt bei 232° und nennen die Temperatur, bei der es schmilzt, seinen Schmelzpunkt. Wir können demnach die festen Stoffe — das Wort „fest" im gewöhnlichen Sinne des Wortes genommen — in zwei Klassen einteilen; in die eine Klasse gehören die Stoffe, die sich beim Erhitzen allmählich, und in die andere die, die sich beim Erhitzen plötzlich in Flüssigkeiten verwandeln. Die Stoffe der einen Klasse haben einen wohl definierten Schmelzpunkt, die der anderen nicht. Die weitere Untersuchung hat nun ergeben, daß der Unterschied zwischen den Stoffen mit, und denen ohne bestimmten Schmelzpunkt mit einem anderen wichtigen Unterschiede zwischen den beiden festen Stoffarten zusammenfällt: alle Stoffe, welche im festen Zustande krystallisiert sind, haben einen Schmelzpunkt, alle Stoffe, die im festen Zustande amorph sind haben keinen Schmelzpunkt.

Beispiele für krystallisierte Stoffe bilden der gewöhnliche Zucker oder das Kochsalz; ein Beispiel für den amorphen Zustand ist das Glas, der Asphalt oder der sogenannte Kandiszucker, der in bestimmter Weise aus dem krystallisierten Zucker hergestellt werden kann. Nun ist in den meisten Fällen die Entscheidung, ob ein Stoff krystallisiert ist, d. h. ob er Krystalle bildet, ziemlich leicht, aber trotzdem bietet die Aufstellung einer richtigen Definition des Begriffes Krystall nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. In der Tat sind schon sehr viele Definitionen für den Krystallbegriff aufgestellt worden, ohne daß sich jedoch vollkommene Einigkeit bisher hätte erzielen lassen. Was uns bei der Betrachtung eines Musterkrystalles zunächst in die Augen fällt, ist die Begrenzung durch ebene Flächen, die zu einem regelmäßigen Polyeder angeordnet sind. Indessen können wir die polyedrische ebenflächige Begrenzung allein

keineswegs zur Grundlage der Definition machen, denn wenn wir z. B. ein schönes Oktaeder aus Glas schneiden, so haben wir damit noch keineswegs aus dem Glase einen Krystall gemacht. Ein richtiger Krystall unterscheidet sich von einem Stück Glas, dem wir dieselbe äußere Form gegeben haben, vielmehr dadurch, daß erstens die äußere Form des Krystalles wesentlich durch seine stoffliche Natur bedingt ist — die äußere Form eines Krystalles ist eine Funktion seiner chemischen Zusammensetzung —, und zweitens dadurch, daß die Eigenschaften eines Krystalles, so seine Härte, sein Verhalten gegen das Licht, gegen die Wärme, gegen elektrische oder magnetische Einflüsse, seine Festigkeit und Elastizität usw. von der Richtung abhängen: Parallele Flächen eines Krystalls, mögen sie nun natürlichen oder künstlichen Ursprunges sein, verhalten sich gegen alle äußeren Kräfte gleich, während beliebige nicht parallele Flächen ein verschiedenes Verhalten zeigen.

Wir wollen daher die Krystalle als Körper definieren, deren von ihrer chemischen Natur abhängige Eigenschaften ganz oder nur zum Teil eine Funktion der Richtung sind.

Aus der vorstehenden Definition darf man nun aber nicht etwa den Schluß ziehen, als ob durch die chemische Natur eines Stoffes allein die Art seines Aggregatzustandes vollständig bestimmt sei. Im Gegenteil, man weiß bereits seit langem, daß eine und dieselbe chemische Substanz in verschiedenen Krystallformen und außerdem auch noch amorph vorkommen kann, eine Erscheinung, die man als Polymorphie bezeichnet und die durchaus nicht etwa als eine Ausnahme anzusehen ist, sondern vielmehr die Regel zu bilden scheint. Als Beispiele für Polymorphie seien der rhombisch und monoklin krystallisierende Schwefel, der Kohlenstoff, der als Diamant regulär, als Graphit hexagonal krystallisiert und in der gewöhnlichen Kohle, wie im Ruß oder in der Zuckerkohle, amorph ist, das Calciumcarbonat $CaCO_3$, das als Aragonit rhombisch, als Kalkspath hexagonal krystallisiert, das Kieselsäureanhydrid SiO_2, das als Quarz hexagonale, als Tridymit rhombische und als Christobolit reguläre Krystalle bildet, hier angeführt. Amorphe Gebilde entstehen fast immer nur dann, wenn ein geschmolzener Stoff sehr rasch abgekühlt wird; sie sind gewöhnlich unbeständig und wandeln sich daher, wenn auch oft nur sehr langsam, in krystallisierte Stoffe um. So wird z. B. das gewöhnliche Glas im Laufe der Jahrhunderte infolge von Krystallisation trübe und undurchsichtig, und in der zu einer glasklaren festen Masse erstarrten Lava bilden sich mit der Zeit schöne Krystalle von Feldspat, Augit, Leucit usw.[1]) Welche Krystallform ein chemischer Stoff annimmt, hängt vor allen Dingen auch von der Temperatur ab. Der bei etwa 116° schmelzende Schwefel erstarrt oberhalb 95,5° in monoklinen, unterhalb 95,5° in rhombischen Krystallen. Zwischen 95,5° und dem Schmelzpunkt ist der Schwefel nur in seiner monoklinen, unterhalb 95,5° nur in seiner rhombischen Form beständig. Erhitzen wir rhombische Schwefelkrystalle über 95,5°, so wandeln sie sich bei dieser Temperatur plötzlich in monokline Krystalle um, und umgekehrt gehen monokline Schwefelkrystalle beim Abkühlen in dem Augenblick, wo sie die Temperatur von 95,5° überschreiten, in rhombische Krystalle über. Die beiden Krystallformen des Schwefels sind also durch eine Umwandlungstemperatur oder durch einen Umwandlungspunkt von

[1]) Vergl. die anregende und geistvolle Arbeit von Salvador Calderón „Über das Streben zum molekularen Gleichgewicht in der Mineralwelt“; Naturw. Wochenschrift, N. F., Bd. VI., S. 341 bis 346 (1907).

einander getrennt. Analoge Umwandlungspunkte, die ebenso wie die Schmelzpunkte (d. h. die Umwandlungspunkte krystallisiert → flüssig) vollkommen konstante und für die betreffenden Stoffe charakteristische Werte darstellen, finden wir auch bei den anderen krystallisierten polymorphen Stoffen. So sind von dem Ammoniumnitrat NH_4NO_3 vier verschiedene Krystallformen, eine β-rhombische, eine α-rhombische, eine rhomboëdrisch-hexagonale und eine reguläre bekannt, deren Umwandlungspunkte in derselben Reihenfolge bei 35°, bei 83° und bei 125° liegen. Der Salpeter erleidet eine Umwandlung bei 129° und das Zinn eine solche bei 20°.

Während wir die Einteilung der Krystalle in die verschiedenen Krystallsysteme hier übergehen, wollen wir der wichtigsten Eigenschaft der Krystalle, ihrem Verhalten gegen das Licht, einige Worte widmen. Im allgemeinen wird das Licht, wenn es in verschiedenen Richtungen den Krystall durchsetzt, verschieden stark gebrochen. Die Krystalle, deren Brechungsvermögen von der Richtung abhängt — und dies ist die Mehrzahl der Krystalle — werden als anisotrope Krystalle bezeichnet; ihnen stehen die isotropen Krystalle gegenüber, bei denen ein Lichtstrahl stets die gleiche Brechung erfährt, in welcher Richtung er auch in den Krystall eintreten mag. Alle anisotropen Krystalle zeigen das von **Malus** an dem isländischen Doppelspath entdeckte Phänomen der Doppelbrechung, d. h. ein in beliebiger Richtung in den Krystall eintretender Lichtstrahl wird in zwei Lichtstrahlen zerlegt. Diese beiden Lichtstrahlen unterscheiden sich in einem wichtigen Punkte von dem gewöhnlichen Lichte, sie sind polarisiert. Licht ist bekanntlich eine Wellenbewegung im Äther, und zwar schwingen die einzelnen Ätherteilchen senkrecht zu der Richtung, in der sich der Lichtstrahl selbst fortpflanzt. Denken wir uns also einen gerade auf uns zukommenden Lichtstrahl, der die Ebene der Zeichnung (Abb. 1) in einem Punkte A durchschneidet, so schwingt das in A selbst befindliche Ätherteilchen in der Ebene der Zeichnung etwa in der Richtung des Pfeiles, d. h. es geht aus der Ruhelage A auf geradem Wege nach B, kehrt dort um, schwingt über A hinaus nach C macht dort wieder kehrt, und pendelt nun auf der Geraden BAC hin und her. Wenn nun ein Lichtstrahl sich, wie es Abb. 2 andeutet, von A nach A_1, A_2 usw., hier also in der Ebene der Zeichnung fortpflanzt, und A, A_1, A_2 usw. die einzelnen schwingenden Ätherteilchen darstellen, so sind die Richtungen, in der die einzelnen Teilchen schwingen, im allgemeinen nicht parallel, obwohl sie alle senkrecht zur Linie $A, A_1, A_2 \ldots A_n$ liegen. Liegt z. B. die Schwingungslinie BAC des Teilchens A in der Ebene der Zeichnung, so würden die des Teilchens $A_1, A_2, A_3 \ldots A_n$ — wir wollen sie analog mit $B_1A_1C_1$, $B_2A_2C_2 \ldots B_nA_nC_n$ bezeichnen — schräg durch die Ebene der Zeichnung hindurchgehen, und zwar würden die Winkel, unter denen sie dies tun, alle möglichen Werte zwischen 0 und 180° haben. Würden wir also den Lichtstrahl, ebenso wie es in Fig. 1 geschehen ist, von vorn betrachten, so würden wir die einzelnen Schwingungslinien, wenn wir sie uns auf die Ebene der Fig. 3 projiziert denken — in Wirklichkeit liegt ja nur A selbst in der Ebene der Zeichnung, A_1, A_2 usw. liegen

B A C

Abb. 1.

A A₁ A₂ A₃ A₄

Abb. 2.

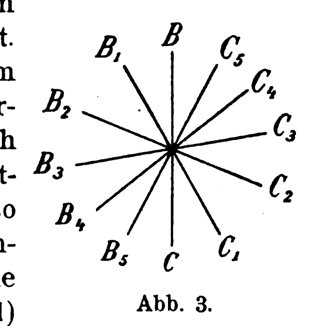


Abb. 3.

vor oder hinter ihr — als Stern erblicken, dessen Mittelpunkt die bei der Projektion zu dem Punkte *A* zusammengeschrumpfte Fortpflanzungsrichtung des Lichtstrahles bildet. Ein polarisierter Lichtstrahl unterscheidet sich nun von einem gewöhnlichen Lichtstrahl dadurch, daß die Schwingungslinien sämtlicher Teilchen parallel sind, d. h. das sämtliche Teilchen in derselben Ebene schwingen. Würden wir also den polarisierten Lichtstrahl ebenso projizieren, wie wir in Fig. 3 einen gewöhnlichen Lichtstrahl projiziert haben, so würden wir nur die Schwingungslinie *BAC* des Teilchens *A* sehen, denn diese würde uns alle dahinter liegenden Schwingungslinien verdecken.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu dem Hauptthema der Einleitung zurück. Wir hatten die festen Stoffe in zwei Arten eingeteilt, in die krystallisierten, d. h. diejenigen, die im festen Zustande Krystalle bilden und die zu ihnen im Gegensatze stehenden amorphen Stoffe. Da die amorphen Stoffe ihrem ganzen Verhalten nach mit den Flüssigkeiten sehr nahe verwandt sind und sich von ihnen nicht klar trennen lassen, so rechnet man sie zur Zeit nach dem Vorgange von Ostwald in der Regel zu den Flüssigkeiten, indem man sagt, sie seien Flüssigkeiten von großer innerer Reibung. Mag diese Art und Weise streng wissenschaftlich auch berechtigt sein, so widerstrebt es doch der täglichen Anwendung der Worte „fest" und „flüssig", feste amorphe Stoffe, wie etwa das Glas, als flüssig zu bezeichnen, und es ist daher zweckmäßiger, das Wort „fest" bei wissenschaftlichen Erwägungen überhaupt zu vermeiden und anstelle der alten Einteilung fest, flüssig, gasförmig eine neue Einteilung einzuführen. Die Stoffe zerfallen zunächst in krystallisierte und in amorphe Stoffe; die krystallisierten Stoffe werden ihrerseits nach den verschiedenen streng von einander getrennten Krystallsystemen eingeteilt, während sich eine weitere Einteilung der amorphen Stoffe, da zwischen ihnen alle möglichen Übergänge bestehen, nicht durchführen läßt. An die Stelle der drei alten Aggregatzustände sind also jetzt zwei Aggregatzustände getreten, indem die gasförmigen,[1]) flüssigen und amorphen festen Stoffe als amorphe zusammengefaßt werden, während die verschiedenen krystallisierten festen Stoffe nunmehr eine Gruppe für sich bilden.

Neue Aggregatzustände

Krystallisiert	Amorph
(Die einzelnen Krystallsysteme).	(Feste amorphe Stoffe, Flüssigkeiten, Gase).

Es ist zweifellos, daß diese Neueinteilung mit dem Verhalten der verschiedenen Stoffe sehr viel besser harmoniert als die alte Einteilung, jedoch muß es dahingestellt bleiben, ob sie sich auch für die Zukunft wird aufrecht erhalten lassen.

(Fortsetzung folgt.)

---

[1]) Die kontinuierlichen Übergänge zwischen flüssig und gasförmig lassen sich — darauf sei hier der Vollständigkeit wegen kurz hingewiesen — bei der sogenannten kritischen Temperatur leicht bewirken.



Weitere Mitteilungen über den Veränderlichen δ_2 Lyrae.

Seit meiner letzten Veröffentlichung über die Beobachtung des Veränderlichen δ_2 Lyrae im „Weltall", Jg. 9, Heft 13, habe ich die Untersuchung über den Lichtwechsel weiter fortgesetzt und gestatte ich mir, darüber zu berichten. Wenn a. a. O. ich mit einiger Zurückhaltung die Veränderlichkeit des Sternes nur als mutmaßlich hinstellen mußte, haben sich seitdem dank der gütigen Mitarbeit verschiedener Fachgenossen die Argumente einer wirklichen Veränderlichkeit derartig gesteigert, daß ich mit großer Freude wohl aussprechen darf, die Veränderlichkeit von δ_2 Lyrae entdeckt zu haben. Einen eingehenden Bericht veröffentlichte ich in den „Mitteilungen der V. A. P., Jahrgang XX, Heft 2, worin ich die mir zur Verfügung gestellten Beobachtungsreihen anderer Beobachter einer kurzen Kritik unterwarf und mit den meinigen in Vergleich setzte. Da die genannte Zeitschrift allgemein zugänglich ist, verweise ich betreffs Einzelheiten auf dieselbe[1]) und möchte ich mich hier nur auf einen Überblick beschränken und diesem dann meine neuesten Beobachtungen und Berechnungen folgen lassen.

Nach dem hohen Maximum Anfang April 1908 von 8,4 Einheiten trat im Oktober 1908 ein flaches Minimum (7,3 Einheiten), dem dann im Mai 1909 ein Maximum (8,4 Einheiten) folgte. Nachdem nach geringen Schwankungen ein noch höheres Maximum von 8,5 Einheiten im August 1909 erreicht war, senkte sich die Kurve allmählich zu einem deutlicher ausgeprägten Minimum, das mit 7,1 Einheiten Anfang 1910 eintrat. Darauf hob sie sich wieder zu einem Ende Mai 1910 eintretenden Maximum (8,3 Einheiten), und nun ging es stufenweise abwärts zu einem ausgesprochenen Minimum, das wahrscheinlich bis auf den heutigen Tag noch nicht erreicht ist. Bis jetzt ist die Kurve unter geringen Zuckungen von 8,3 auf 5,9 Einheiten herabgesunken und verharrt von Ende September 1910 bis zur letzten Beobachtungsmittelerrechnung Mitte Oktober in dieser Höhe. Ich würde es mit Freuden begrüßen, wenn andere Beobachter von δ_2 Lyrae dies Minimum bestätigen könnten, denn im Vergleich zu ϑ und η Lyrae — die ich als Vergleichssterne neben ε und μ Lyrae benutze — hat der Stern ganz augenscheinlich an Helligkeit abgenommen.

Im übrigen ergaben die Gegenüberstellungen der Beobachtungen der Herren Professor Dr. Plassmann in Münster, Felix de Roy in Antwerpen, stud. phil. Hornig in Breslau mit den meinigen folgende Gleichheiten der Maxima und Minima von δ_2 Lyrae bis zum Jahre 1910:

Maxima:

Plassmann	von Stempell	Hornig	von Stempell	Plassmann	de Roy
1906, Mai;	1906, Juni;	1909, Sept.;	1909, August;	1909, Juni;	1909, Juni;

Minima:

Plassmann	von Stempell
1905, September;	1905, Oktober;
1906, August;	1906, September;
1908, Februar;	1908, März;
September.	Oktober.

[1]) Von den noch vorhandenen Sonderabzügen bin ich gern bereit, Interessenten auf ihren Wunsch ein Exemplar kostenfrei zur Verfügung zu stellen.



Zum Schluß erlaube ich mir noch zu bemerken, daß Herr Professor Dr. Wolfer, Direktor der Sternwarte Zürich, sich mir in freundlichster und dankenswerter Weise angeboten hat, den Lichtwechsel von δ_2 Lyrae auf photographischem Wege zu überwachen.

Charlottenburg, 1910, Oktober 21. Leutnant G. von Stempell.
Rönnestraße 7.



Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1910.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Sonnenverehrung der Wadschagga am Kilimandscharo.

Wenn im Monat Dezember in unseren Breiten die Sonne am niedrigsten steht, und wir durch die geringe Höhe (14°), die die Sonne selbst um die Mittagszeit erreicht, die gewohnten Wohltaten ihrer Licht- und Wärmespendung fast entbehren müssen, dann steht sie in den Äquatorialgegenden, obgleich sie dort auch am 22. Dezember nur ihre geringste Höhe um die Mittagszeit hat, immer noch $66^1/_2{}^0$ über dem Horizonte, sodaß es in diesen Gegenden heißer ist, als bei uns selbst am 21. Juni, an welchem Tage sie in ihrem Höhepunkt (61°) den Meridian durchschreitet. Es ist daher erklärlich, daß die Ureinwohner am Kilimandscharo, der nur 3° 7′ südlich vom Äquator liegt, als Symbol der Gottheit ihrer Naturreligion die Sonne gewählt haben.

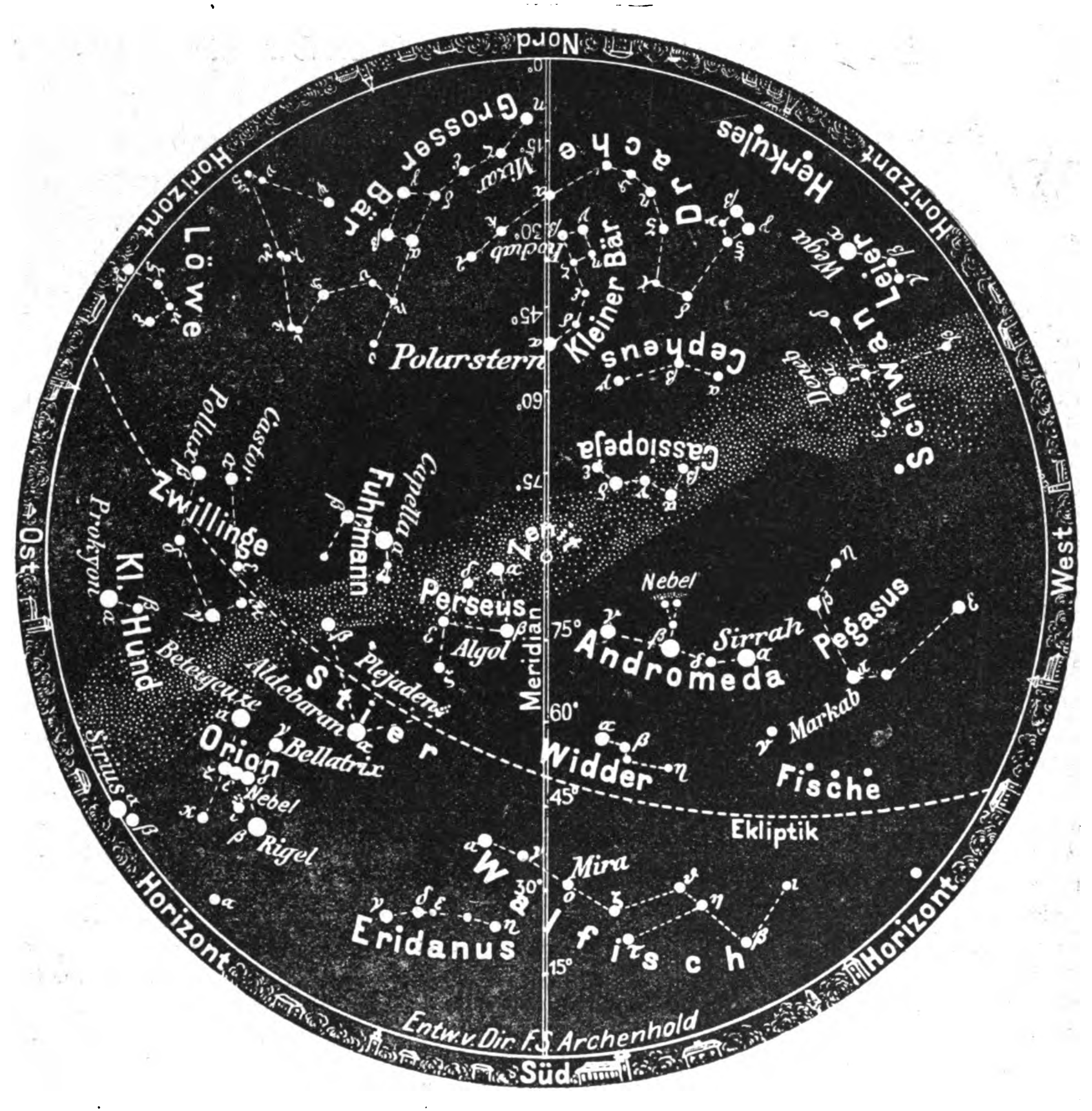
Bei den Wadschaggas ist der Name für „Gott“ derselbe wie der für „Sonne“, = „iruva“. Gleich den Massais, welche auch die Höhen des Kilimandscharo durchstreifen und die umliegenden Steppen bewohnen, begrüßen noch heute die Wadschaggas die aufgehende Sonne, indem sie nach ihrer Art ihr viermal entgegenspucken und das kurze Gebet aussprechen: „oh, iruva, schütze mich und die meinen“! Beim Sonnenuntergang sprechen sie: „Jetzt gibt Herr Sonne seiner Frau, dem Monde, den Schild“, indem er aus seinem Familienleben sich erinnert, daß die Frau dem heimkehrenden Krieger den Schild abnimmt. Wenn die niedergehende Sonne Wasser zieht, so sagen sie: „Die Sonne streckt die Arme herab, um sich beim Niedersteigen darauf zu stützen“; oder „Die Sonne hebt ihr Essen empor“. Wenn die Sonne im Zenit steht und eine Zeit lang noch in derselben Höhe verweilt, so sprechen sie: „Die Sonne läßt sich auf das Tragkissen nieder“, so wie ein müder Lastträger sich ein wenig ausruht. Nach ihrer Anschauung wohnen am Ende der Welt fern im Osten Leute, die den Schlaf nicht kennen, deren Hauptaufgabe darin besteht, die Sonne zu behüten, damit sie nicht von den Vögeln gefressen wird, während sie unter der Erde entlang läuft, um im Osten wieder empor zu steigen. Sowie die Indianer den Wohnplatz des Großen Geistes auf die Sonne verlegen, so erinnert auch die Bezeichnung „iruve-u“ (bei Gott) an eine ähnliche Anschauung der Wadschaggas. Später wurde jedoch der Sitz ihres Gottes an alle Stellen des Himmels verlegt, sodaß „iruva“ auch gleichbedeutend mit dem ganzen Himmelsgewölbe ist. Manche Erzählungen der Wadschaggas lassen erkennen, welches Wundervermögen sie ihrem Sonnengotte zutrauen. So steigt ein Häuptling, dem nur Mädchen beschieden sind, empor zur Sonne, um sich einen Sohn zu erflehen. In einer anderen Erzählung wird berichtet, wie ein Mann, der auf die Gottsuche bis ans Ende der Welt ging, dorthin, wo Erde und Himmel an einander stoßen, schließlich in der Morgenfrühe auf einer schönen Wiese sich befand, nahende Schritte hörte und einen gewaltigen Glanz sah. „Er fürchtete sich und versteckte sich im niedrigen Gehölz. Viele Männer sah er da kommen, die waren sehr schön und mitten unter ihnen war ein Mann größer als alle anderen, der trug ein sehr helles Kleid und er leuchtete wie Feuer.“ Die Augen des Suchenden aber wurden geblendet, sodaß er nicht mehr sehen konnte. Wir verdanken B. Gutmann die Wiedergabe dieser interessanten Erzählungen (Globus, Bd. 96 No. 7).



Auch dem Monde wird Verehrung zuteil. Der Tag, an dem die schmale Mondsichel nach Sonnenuntergang wieder am westlichen Himmel sichtbar wird, gilt bei den Wadschaggas als besonders glückbringend. An diesem Tage richtet er sein Gebet auch an den Mond. Er stellt sich auf einen Hügel, spuckt dem Monde viermal entgegen, indem er deutlich bis vier zählt und so betet: „Mein Mond, gib mir Frieden, gib mir Speise,

Der Sternenhimmel am 1. Dezember 1910, abends 10 Uhr.

Fig. 1.



(Polhöhe 52,/10)

bringe mir Glück, halte alle Händel von mir fern“. Auch wird der Mond um Vernichtung eines persönlichen Feindes angegangen. Das Rachegebet lautet: „Mond, ich bitte dich, brich ihm Hals und Nacken!“

Wir haben schon früher eingehend erörtert, wie bei den Babyloniern ein Gestirnsdienst, eingerichtet war und die Wochentage der Sonne, dem Monde und den damals bekannten fünf Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn geweiht waren. Siehe „Weltall“

Jg. 3 Heft 8. „Warum machten die Babylonier den Saturnstag, Sonnabend, zum Ruhetag?" und Jg. 4 Heft 1: „Bilder aus der Astrologie". Wenn auch nicht bei allen Völkern eine so konsequente Durchführung des Einflusses der Gestirne wie bei den Babyloniern sich herausgebildet hat, so sind doch bei fast allen Naturvölkern deutliche Spuren der Gestirnsverehrung nachzuweisen.

Die Sterne.

Unsere Karte Fig. 1 gibt den Stand der Sterne für den 1. Dezember abends 10 Uhr, den 15. Dezember abends 9 Uhr, den 1. Januar abends 8 Uhr und so fort wieder. Die Milchstraße durchschneidet im Dezember noch den Scheitelpunkt, hat jedoch ihre Lage gegen den Monat November verschoben, indem sie nunmehr im Ostsüdosten und Westsüdwesten den Horizont berührt. Nach der Anschauung von Bohlin (vergl. „Weltall" Jg. 11 S. 10) ist unsere Milchstraße ein großer Ringnebel (Fig. 2), der als Überbleibsel eines planetarischen Urnebels anzusehen ist und aus dessen Zerfall unser „Galaktisches System" entstanden ist. Die Stellung unseres Sonnensystems zur Milchstraße und innerhalb des ganzen galaktischen Systems wird durch folgende schematische Darstellung

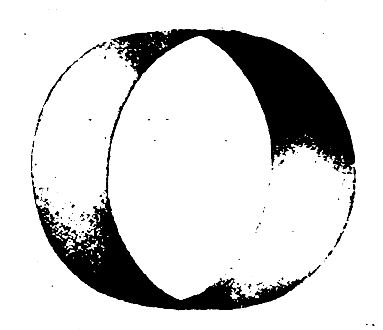


Fig. 2.
Modell eines Ringnebels.

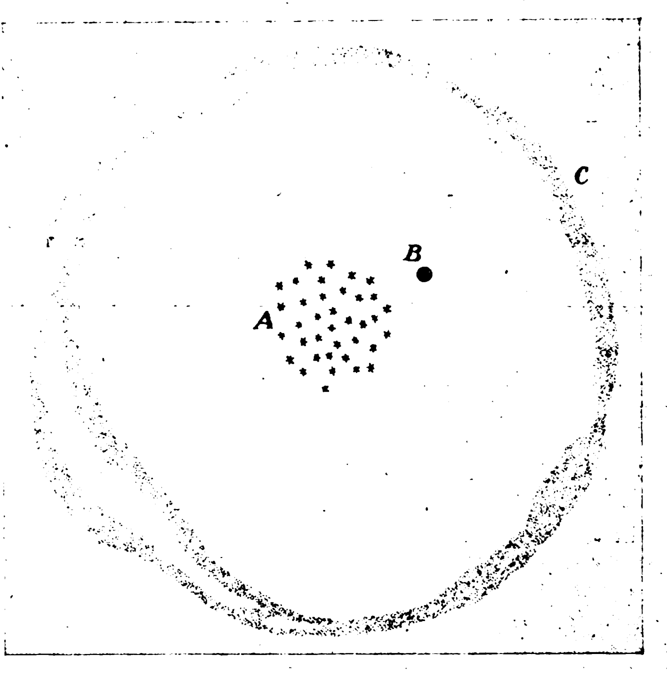


Fig. 3.
Die Stellung unseres Sonnensystems *B* und der Globular-Sternhaufen *A* zur Milchstraße *C* in unserm galaktischen System.

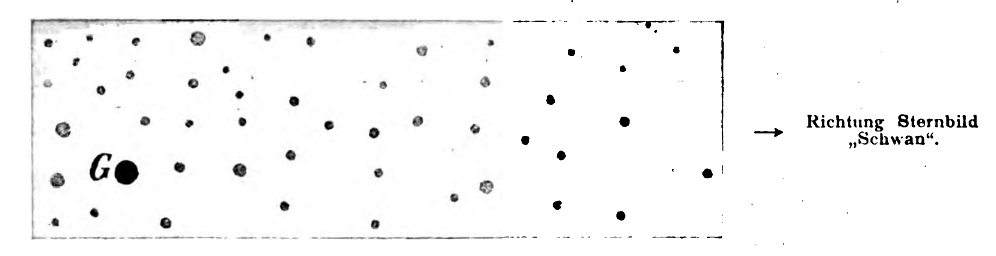
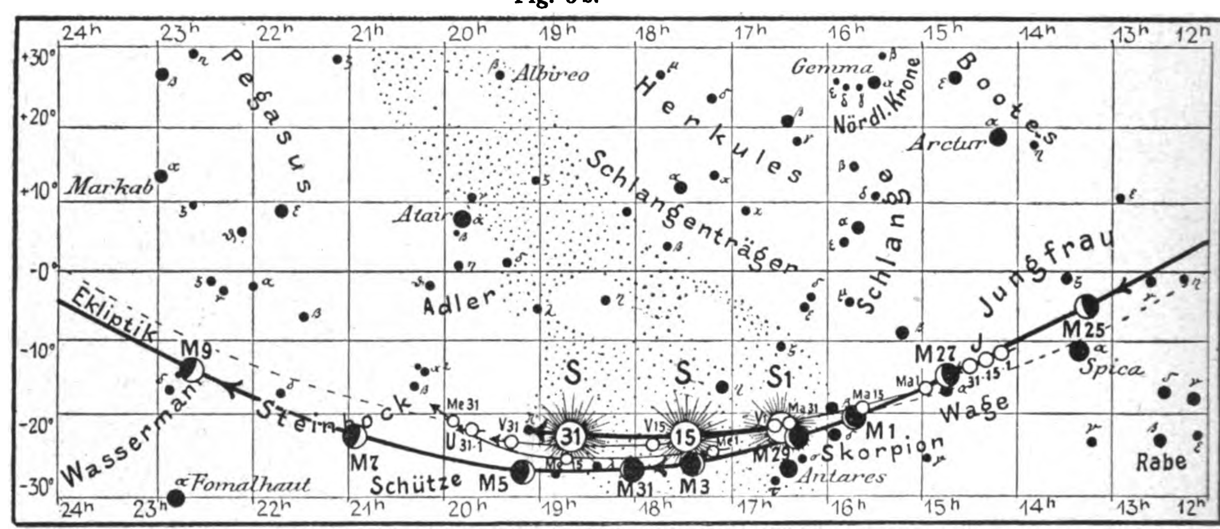


Fig. 4.
Stellung unseres galaktischen Systems *G* unter den planetarischen Urnebeln.

wiedergegeben. (Fig. 3.) *A* ist dabei das Centrum des planetarischen Urnebels und besteht nach Bohlin[1]) aus den merkwürdigen kugelförmigen Sternhaufen. *B* deutet die Stellung unserer Sonne an, die ein Stern ist wie die vielen anderen tausende von

[1]) Karl Bohlin: On the galactic System with regard to its structure, origin and ralations in space.

Fig. 5b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

Sternen, welche naturgemäß am zahlreichsten in der Milchstraße auftreten. Jeder planetarische Urnebel ist wiederum nach dieser Anschauung der Erzeuger eines galaktischen Systems, das wir naturgemäß in seinen Einzelheiten nicht mehr erkennen können. Es läßt sich jedoch aus der Verteilung der planetarischen Nebel im Raume schließen, daß sie eine Schicht von beträchtlicher Breite und Dicke bilden. Unser galaktisches System steht in dieser Schicht der planetarischen Urnebel etwas seitlich und entgegengesetzt der Richtung, die auf das Sternbild des Schwans zugeht. (Fig. 4.) Durch diese besondere Stellung unsres galaktischen Systems erklärt sich die Anhäufung von hellen planetarischen Nebeln am Himmel in der Gegend des Schwans und aus der Tendenz der planetarischen Nebel, sich etwas häufiger in der Nähe der Milchstraße anzufinden, kann auf die in Fig. 4 abgebildete Schichtung geschlossen werden.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne rückt im Monat Dezember aus dem Sternbilde des Skorpions in das des Schützen und erreicht am 21. Dezember ihren tiefsten Stand am Himmel. (Fig. 5b.) Ihr Lauf ist für den 1., 15. und 31. in unsere Karte 5b eingezeichnet. In der folgenden Tabelle geben wir die Auf- und Untergangszeiten und die größte Höhe der Sonne um die Mittagszeit für Berlin wieder:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Dezember 1.	$-21^\circ\ 43'$	$7^h\ 56^m$ morgens	$3^h\ 54^m$ nachm.	$15^3/_4{}^\circ$
- 15.	$-23^\circ\ 15'$	$8^h\ 13^m$ -	$3^h\ 50^m$ -	$14^1/_4{}^\circ$
- 31.	$-23^\circ\ 9'$	$8^h\ 20^m$ -	$3^h\ 58^m$ -	$14^1/_2{}^\circ$

Der Mond ist wieder für den 1., 3., 5. usw. mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 5a und 5b für die Mitternachtszeit eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond: Dez. 1. $10^1/_4{}^h$ abends — Vollmond: Dez. 16. 12^h mittags
Erstes Viertel: - 9. 8^h - — Letztes Viertel: - 23. $11^1/_2{}^h$ vormittags
Neumond: - 31. $5^1/_4{}^h$ nachmittags.

Im Monat Dezember finden 3 Sternbedeckungen statt:

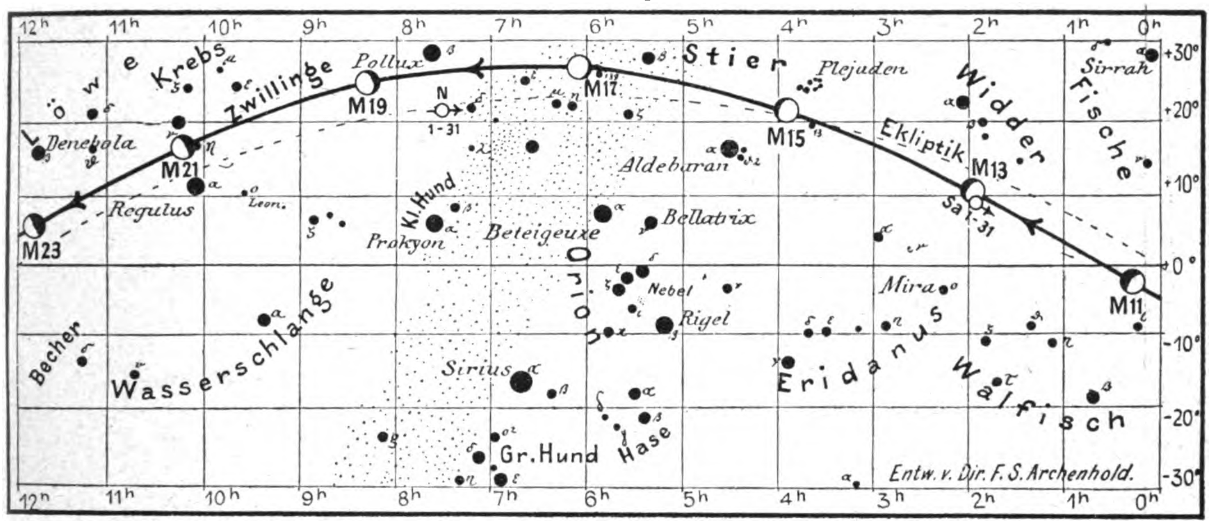
Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Dez. 14.	13 Tauri	5,5	$3^h\ 37^m$	$+19^\circ\ 25'$	$4^h\ 21^m,0$ abends	16°	$4^h\ 54^m,8$ abends	296°	Sonnenuntergang $3^h\ 49^m$



für den Monat Dezember 1910.

Fig. 5a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Dez. 16	139 Tauri	5,4	$5^h 52^m$	$+ 25^0 57'$	$6^h 5^m,0$ abends	87^0	$6^h 57^m,0$ abends	258^0	Mondaufgang $3^h 31^m$ nachm.
- 24.	γ Virginis	3,0	$12^h 37^m$	$— 0^0 57'$	$1^h 30^m,8$ morgens	142^0	$2^h 30^m,8$ morgens	279^0	Mondaufgang $0^h 34^m$ morgens

Die Planeten.

Merkur (Feld $17^1/_4{}^h$ bis 20^h) ist in der zweiten Hälfte des Monats am südwestlichen Abendhimmel für kurze Zeit sichtbar, da er alsdann erst um 5 Uhr untergeht. Am 2. Dezember tritt er in Konjunktion mit dem Monde; am 24. befindet er sich in seiner größten östlichen Elongation fast 20^0 ab von der Sonne und am 26. steht er um Mitternacht 36′ südlich vom Uranus.

Venus (Feld $16^1/_2{}^h$ bis $19^1/_4{}^h$) ist während des ganzen Monats unsichtbar.

Mars (Feld 15^h bis $16^1/_2{}^h$) ist zu Anfang des Monats $^3/_4$ Stunden lang am Morgenhimmel zuletzt bereits $1^1/_4$ Stunden lang sichtbar, da die Sonne immer weiter von ihm abrückt. Am 28. Dezember abends 11^h tritt er in Konjunktion mit dem Monde.

Jupiter (Feld $14^1/_4{}^h$ bis $14^1/_2{}^h$) ist zu Anfang des Monats $2^1/_2$ Stunden, um die Mitte d. M. 3 und am Ende bereits 4 Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar. Er tritt am 26. Dezember 3^h nachmittags in Konjunktion mit dem Monde und zwar so, daß an manchen Orten der Erde eine Bedeckung stattfindet. Er rückt der Erde jetzt immer näher und steht am 1. Dezember 930 Millionen km von uns entfernt.

Saturn (Feld 2^h) ist zu Anfang des Monats nur noch $10^1/_2$ Stunden und am Ende des Monats nur noch 9 Stunden lang am Abendhimmel sichtbar. Er tritt am 12. Dezember 11^h abends in Konjunktion mit dem Monde und zwar so, daß an manchen Orten der Erde eine Bedeckung stattfindet. Am 1. Dezember steht er in einer Entfernung von 1260 Millionen km von der Erde. Da seine Ringe sich immer weiter öffnen, so bietet er jetzt in unserm großen Treptower Fernrohr mit seinen deutlich hervortretenden dunklen rötlich gefärbten Athmosphärenstreifen einen interessanten Anblick dar.

Uranus (Feld $19^3/_4{}^h$) ist wegen seines nahen Standes bei der Sonne im Monat Dezember nicht mehr günstig zu beobachten.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist im Monat Dezember besonders günstig zu beobachten, da er der Sonne gerade gegenüber steht und um Mitternacht eine große Höhe über dem Horizonte erreicht.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Dezbr. 2. 2^h morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 2. 11^h abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 12. 11^h abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde. Bedeckung.
- 22. 6^h nachmittags Sonne im Zeichen des Steinbocks. Wintersanfang.
- 24. 7^h abends Merkur in größter östlicher Elongation (19^0 54 ′).
- 26. 3^h nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde (Bedeckung).
- 26. mitternacht Merkur in Konjunktion mit Uranus (Merkur 36 ′ südlich).
- 28. 11^h abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.



Eine definitive Bahnbestimmung des Kometen 1823 ist von Adolph Hnatek der Wiener Akademie der Wissenschaften überreicht worden. Dieser Komet ist in den letzten Tagen des Monats Dezember 1823, kurze Zeit nach seiner Sonnennähe fast gleichzeitig von mehreren Personen mit freiem Auge gesehen worden. Er gewann später besonderes Interesse dadurch, daß er in der Zeit vom 22. bis 31. Januar 1824 außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten Schweif, einen zweiten gegen die Sonne gerichteten Schweif entwickelte Nach dem 31. Januar hatte der Komet wieder sein gewöhnliches Aussehen, nahm immer mehr und mehr an Helligkeit ab, sodaß genaue Lagebestimmungen des Kometen bereits am 31. März 1824 — die letzte Beobachtung rührt von Knorre in Nicolajew her — ihr Ende fanden.

Der Komet 1823 mit seinen anomalen Schweifen im Jahre 1824, gezeichnet von Harding.

1824 Januar 23 abends 10^h — Januar 24 abend 7^h — Januar 27 abends 8^h — Januar 31 abends 7^h

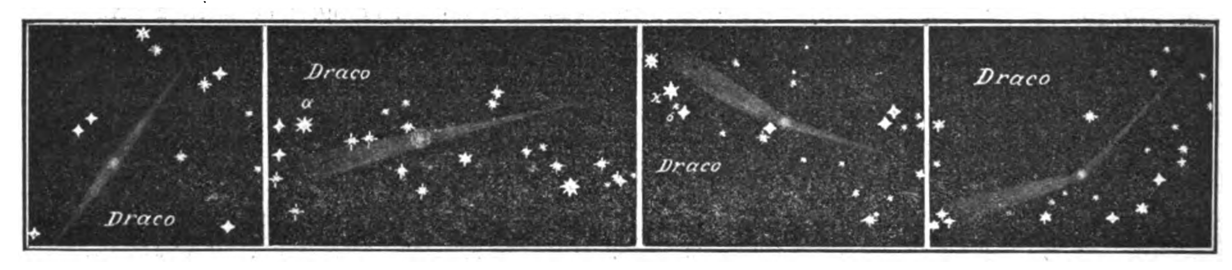


Fig. 1 — Fig. 2 — Fig. 3 — Fig. 4

Bode hat in seinem „Astronomischen Jahrbuch für 1826“ Zeichnungen von diesem Kometen von Harding veröffentlicht, die wir hier wiedergeben: Harding hat den anomalen Schweif zuerst am 23. Januar und zwar in fast gleicher Helligkeit wie den der Sonne abgewandten gesehen. Es blieb ihm unerklärlich, daß er am 22. Januar, an welchem Tage einer Zeitungsnachricht zufolge in Berlin der anomale Schweif schon mit einem kleinen Taschenperspektiv gesehen worden ist, keine Spur davon bemerkt hat, obgleich er den Kometen zur Zeit beobachtet und auch die Lage und Gestalt des gewöhnlichen Schweifes aufgezeichnet hat. Am 23. Januar erschienen ihm beide Schweife sehr hell, sodaß sie mit bloßem Auge wahrgenommen werden konnten. Der Komet hatte das Aussehen des bekannten Nebelflecks in der Andromeda. Der anomale Schweif war $4^1/_2{}^0$, der gewöhnliche $3^1/_2{}^0$ lang. (Fig. 1.) Am 24. Januar erschien der anomale Schweif 7^0 lang — die wahre Länge betrug 1 780 000 km — aber er war kaum halb so breit wie der gewöhnliche Schweif, dessen Länge $4^1/_2{}^0$ betrug. (Fig. 2.) Der Kern erschien so hell wie der in der Nähe befindliche Stern α Draconis.

Am 27. Januar bildeten beide Schweife mit einander einen Winkel von etwa 170°. (Fig. 3.) Am 28. Januar konnte Harding, obgleich es sehr klar war, von dem anomalen Schweife nichts bemerken. Am 31. Januar sah er den anomalen Schweif wieder und zwar bildete derselbe diesmal mit dem gewöhnlichen einen Winkel von beiläufig 138½°. (Fig. 4.)

„Gambart in Marseille hat die doppelte Schweifbildung wohl am eingehendsten beobachtet und gleichzeitig versucht, aus seinen Beobachtungen eine Erklärung dafür zu finden. Er knüpft zunächst daran an, daß die Erde gerade in den letzten Tagen des Januar 1824 die Bahnebene des Kometen passiert hat, und erörtert zuerst die Möglichkeit, daß das Phänomen vielleicht nur eine Folge der Perspektive gewesen sein könne. Nimmt man nämlich an, daß der Schweif des Kometen überhaupt eine fächerförmige Gestalt von großem Öffnungswinkel (etwa 120°) gehabt hatte, so konnte man grade zu der Zeit, wo die Erde durch die Bahnebene des Kometen ging, auf die Spitze des Fächers sehen und daher den Schweif selbst zu beiden Seiten des Kometenkopfes erblicken. Unter diesen Umständen mußte natürlich einer der beiden Schweifteile von der Sonne abgewendet, der andere ihr zugekehrt erscheinen. Es blieb aber noch zu erwägen, ob die dabei erforderliche Bedingung, daß die Ebene durch Schweif, Kometenkopf und Sonne für beide Schweife dieselbe sei, erfüllt war. Das scheint nun nach Gambart's Untersuchungen nicht immer der Fall gewesen zu sein. Der zweite Schweif scheint sogar ziemlich beträchtliche Schwankungen ausgeführt zu haben und Gambart schließt daher, daß derselbe tatsächlich ein reelles Gebilde gewesen sei."

Olbers nahm zuerst an, daß solche anomale Schweife nur nach dem Durchgang des Kometen durch seine Sonnennähe auftreten können, jedoch wurde von Schiaparelli beim Kometen 1862III, dem Erzeuger des periodischen Auguststernschnuppenschwarmes, der sogenannten Perseiden, ein anomaler Schweif schon vor seiner Sonnennähe beobachtet. Kirch wieder sah bei dem berühmten Kometen 1680 am 28. und 29. Dezember alten Styles einen mehrere Grade langen, gegen die Sonne gerichteten Schweif, während der Komet schon am 18. Dezember seine Sonnennähe passiert hatte.

Hnatek hat aus dem reichen Beobachtungsmaterial — es liegen 800 genaue Positionsbestimmungen vor — zuerst als Bahn des Kometen eine Ellipse und 9764 Jahre Umlaufszeit gefunden, die wohl nur als Rechenresultat aufgefaßt werden konnte. Hnatek führte daher noch eine zweite Berechnung durch unter der Annahme, daß die Bahn eine Parabel sei. Die daraus folgende Bahn kann als definitiv angesehen werden, da sie in befriedigender Weise das gesamte Beobachtungsmaterial darstellt.

Dr. F. S. Archenhold.

* * *

Neue Bahnbestimmungen von September-Meteoren veröffentlicht Professor G. von Niessl, worüber in dem Anzeiger der Wiener Akademie der Wissenschaften, Jg. 1910, No. 19, folgendes berichtet wird:

Anläßlich eines am 10. September 1905, $9^h\ 50^m$ mittl. Wiener Zeit beobachteten hellen Meteors lief bei der k. k. Universitätssternwarte in Wien sehr reiches Nachrichtenmaterial ein, das in nachträglichen Messungen durch den damaligen Sternwartenassistenten, Herrn Gymnasialprofessor Dr. H. Ducke, wichtige Ergänzungen fand.

Bei der genaueren Sichtung war zu erkennen, daß diese Sammlung von Beobachtungen sich auf mehrere Feuerkugeln bezieht, die in der Zeit zwischen 9 und 10^h abends wahrgenommen wurden. Für drei derselben gelang es, Radiationspunkt und Bahnlage nachzuweisen.

Die bei weitem größte Anzahl der Berichte galt jedoch dem um $9^h\ 50^m$ beobachteten Meteor aus dem Radianten in $\alpha = 318°$, $\delta = +33°$. Das früheste Aufleuchten desselben ergab sich 217 km über der Gegend von Megyer Uröni, unweit Budapest, die schließliche Hemmung 37,7 km hoch westlich von N. Oroszi im Neograder Komitat. Die Bahn war 1° östlich von Süd gegen den Eudpunkt gerichtet und 75° gegen den Horizont geneigt. Für die heliozentrische Geschwindigkeit wurde 53,5 km gefunden. Die genauen Angaben des Herrn Dr. Ducke über seine eigene Beobachtung erweisen bemerkenswerte Unterschiede zwischen der Geschwindigkeit in den höheren und tieferen atmosphärischen Schichten.

Die nächstgrößte Anzahl der Beobachtungen desselben Abends vereinigt sich auf einen Fall um ungefähr $9^h\ 34^m$ mittl. Wiener Zeit aus einem Radianten in $\alpha = 285°$, $\delta = +48°$. Die Höhen über der Erdoberfläche ergaben sich für das Aufleuchten zu 235 km, für die Hemmung zu 61 km. Die Bahn war aus 8° nördlich von West gerichtet, 71° gegen den Horizont des in der Gegend von Rutka im Sohler Komitat gelegenen Endpunktes geneigt. Für die heliozentrische Geschwindigkeit wäre nach den betreffenden Angaben 51 km zu nehmen.

Eine dritte, beiläufig um $9^h\ 30^m$ m. Wiener Zeit auch in Griechenland beobachtete Feuerkugel kam aus dem Strahlungspunkt in $\alpha = 70°$, $\delta = +42°$, und eine Schätzung der heliozentrischen Ge-

schwindigkeit lieferte 61 km. Der nicht genau nachweisbare Endpunkt befand sich weit südlich, ungefähr 61 km über dem Tyrrhenischen Meere, östlich von Sardinien.

Überdies enthält dieses Material noch einige beiläufige Beobachtungen, welche auf einen Fall in Südböhmen hindeuten.

Hinsichtlich eines Meteors am 18. September 1905, $7^h\ 7{,}8^m$ m. e. Z., liegen wenige, aber sehr gute Beobachtungen vor. Dessen Strahlungspunkt war in $\alpha = 35{,}6^0$, $\delta = +26{,}3^0$, der Hemmungspunkt 28,6 km über der Gegend von St. Lorenzen in Kärnten, wohin die Bahn aus 55,9° östlich von Nord unter 4,8° Neigung gegen den Horizont gerichtet war. Die sehr verläßlichen Angaben des Herrn Universitätsassistenten Dr. Edmund Weiß lassen eine erhebliche Verminderung der Geschwindigkeit im letzten Teile der Bahn erkennen.

Die Untersuchung wurde endlich auch auf das in wenig verschiedener Knotenlänge am 18. September 1908, $8^h\ 10^m$ m. e. Z., beobachtete Meteor ausgedehnt. Sie lieferte für dessen Radiationspunkt $\alpha = 0^0$, $\delta = +44^0$. Die Strahlungspunkte dieser beiden zuletzt erwähnten Fälle sind ohne Zweifel nicht identisch.

* * *

Über Sonnenflecken und Witterung berichtet Krüger in der „Naturwissenschaftl. Rundschau“ vom 16. Juni 1910. Bis jetzt wußte man, daß in den Jahren der Fleckenminima ein Maximum der Wärme eintritt und umgekehrt. Zugleich aber wurde festgestellt, daß die Sonne zur Zeit der Fleckenmaxima am heißesten ist; dadurch ergab sich der Widerspruch, daß bei der kältesten Witterung die Sonne am wärmsten ist. Um diesen Widerspruch zu lösen, mußten die Niederschläge genau untersucht werden. G. Hellmann machte schon früher darauf aufmerksam, daß der Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Wetter in verschiedenen Orten verschieden ist. Er untersuchte die Regenmengen von über 30 Stationen aus fast ganz Europa für die fünf Sonnenfleckenzyklen von 1851 bis 1905 und fand, daß der Zusammenhang zwischen Niederschlagsmenge und Sonnenfleckenhäufigkeit regional verläuft. Infolge des Fortschreitens nasser und trockener Jahre von Süden nach Norden verschieben sich die Regenmaxima und -minima im Sonnenfleckenzyklus. Bei der Mehrzahl der Stationen zeigen sich im allgemeinen während eines Zyklus zwei Maxima des Regenfalls. Die Sonnenflecke erreichen ihr Minimum zur Zeit des Maximums vom Regen. — Es wäre ferner zu untersuchen, wie die Häufigkeit der Gewitter, des Hagelfalls, der Erdbeben usw. mit der Häufigkeit der Sonnenflecken im Zusammenhang steht.

* * *

Eis- und Wetterbericht von dem Nordatl. Ozean und Europa. Sowohl die gleichmäßige Temperaturverteilung im Golfstrom, eine Folge des diesjährigen Eismangels bei Neufundland, als die im vergangenen Sommer zwischen dem Nordkap und Spitzbergen eingetroffenen außergewöhnlich großen Treibeismassen lassen nach unserer Theorie) auf ungewöhnlich strenge und anhaltende Kälte während des bevorstehenden Winters in Europa schließen. Der Mangel an Temperaturgegensätzen im Golfstrom gibt wenig Veranlassung zu tiefen, zugkräftigen nordatlantischen Minima, und die Eismassen beim Nordkap begünstigen die Ausbreitung des sibirischen Hochdruck- und Kältegebiets nach Westen. In Mitteleuropa setzen strenge Winter vielfach zu Ende November oder Anfang Dezember nach einem Neu- oder Vollmondtermin mit beträchtlichen Niederschlägen und unmittelbar darauffolgender Ostluft und Kälte ein. Sollte sich der bevorstehende Winter nicht beträchtlich kälter als der langjährige Durchschnitt gestalten, so wäre der Beweis geliefert, daß ich den Einfluß der Treibeis- und Temperaturschwankungen im nordatlantischen Ozean auf unser Klima überschätzt hätte, und daß meine bisherigen Treffer auf Zufall beruhten. Ich würde dann meine Eis- und Wetterberichte definitiv einstellen, da sie keinen erkennbaren praktischen Wert besäßen.

H. Habenicht.

* * *

Über die vierte Versammlung der internationalen Vereinigung für kooperative Sonnenforschung, die vom 27. August bis 3. September 1910 in Pasadena und auf dem Mount Wilson unter Teilnahme von 85 Astrophysikern stattfand, berichtet Professor Schwarzschild in den „Astron. Nachr.“ 4443 folgendes:

Die Instrumente. Auf dem Mount Wilson sind drei Instrumente in voller Tätigkeit. Der täglichen Aufnahme der Sonne gewidmet ist das Snow-Teleskop, ein Cölostat mit horizontal liegendem Fernrohr von 18 m Brennweite. Feinere Untersuchungen an der Sonne erfolgen mittels des wirksameren und dabei in der Konstruktion sehr einfachen sogenannten „kleinen“ Turmteleskops. Hier befindet sich der Cölostat auf einem eisernen Gerüst von 18 m Höhe. Das Gerüst umschließt ein vertikales Fernrohr von 18 m Brennweite. Darunter in einem Schacht befinden sich ein Spektrograph und ein Spektroheliograph von 9 m Brennweite.

Der Photographie des Himmels und der Spektralanalyse der Sterne dient der Reflektor von 150 cm Spiegeldurchmesser. Die Lichtfülle und Bildschärfe dieses Instruments wird durch die Tatsache gekennzeichnet, daß der Stern 1830 Groombridge der Größe 6,5 bei einer Exposition von 15^m mit einem 1 Prismenspektrographen von 40 cm Brennweite des Kollimators und der Kamera ein gutes Spektrum gibt.

In den nächsten Monaten geht das „große" Turmteleskop der Vollendung entgegen. Der Heliostat ist bereits auf dem 50 m hohen Turme aufgestellt und ein Schacht von 25 m Tiefe zur Aufnahme der Spektrographen ausgemauert.

In der Werkstatt von Pasadena ist die Schleifmaschine für den projektierten Spiegel von 250 cm Durchmesser zur Arbeit bereit. Die von den Werken zu St. Gobain gelieferte Glasscheibe von diesem Durchmesser wird zurzeit probeweise angeschliffen.

Aus den wissenschaftlichen Mitteilungen. Wie Prof. Hale in seiner Einführungsrede mitteilte, hat das genauere Studium des magnetischen Feldes der Sonnenflecken ergeben, daß sich zu einem Fleck, der einen positiv magnetischen Pol darstellt, vielfach die negativen Pole in Gestalt eines oder mehrerer benachbarter Flecken nachweisen lassen. Auch die Drehung der Polarisationsebene in den Flecken ist in einzelnen Fällen sehr deutlich.

Herr Abbot, dessen bolographisches Observatorium sich dicht bei der Sternwarte am Südabhang des Mount Wilson befindet, gibt als zurzeit besten Wert der Solarkonstante 1,92 Kalorien an. Die Schwankungen der Tageswerte sind klein, selten die Grenzen 1,90 und 1,95 überschreitend, scheinen aber nach der Übereinstimmung der Stationen Washington, Mount Wilson, Mount Whitney solaren Ursprungs. Andere unabhängige Stationen sind dringend erwünscht, auch empfiehlt sich eine häufigere Kontrolle des Intensitätsabfalls längs des Radius der Sonnenscheibe.

Veranlaßt durch die Mißstimmigkeiten, die sich bei Ableitung der Eigenbewegung der Sonne aus den Radialgeschwindigkeiten der Orionsterne ergaben (Frost und Kapteyn, „Astrophysical Journal", Vol. 32, p. 83), hat Professor Kapteyn die Eigenbewegungen der Orionsterne auf Grund des Boss'schen Katalogs einer besonderen Untersuchung unterzogen. Er findet einen gemeinsamen Konvergenzpunkt für 90% aller Orionsterne im Gebiete: 12^h bis 18^h RA., 0° bis — 60° Dekl. und einen andern gemeinsamen Konvergenzpunkt für 95% der Orionsterne im Gebiet: $2^h\ 50^m$ bis $4^h\ 30^m$ RA, + 15° bis + 55° Dekl. Es sind damit also zwei neue sehr ausgedehnte Sternströme von der Art der Hyaden und der Bärensterne aufgefunden.

Herr Deslandres bezeichnet als Hauptresultat seiner Registrierungen der Radialgeschwindigkeit des Calciums auf der Sonne, daß die dunklen Massen aufsteigen, die hellen absteigen.

Aus den Resolutionen: Für die 50 Standards 2. Ordnung im Wellenlängengebiet 4282 bis 6494 Å. E. wird das Mittel aus den drei Bestimmungen von Fabry und Buisson, Pfund und Eversheim angenommen. Die Zahlen werden demnächst im „Astrophysical Journal" veröffentlicht.

Als weitere Standards 2. Ordnung werden in der Nähe von $\lambda = 5800$ A. E., wo die Eisenlinien nicht zahlreich genug sind, Bariumlinien empfohlen.

Die Bestimmung der Standards 3. Ordnung und anderer Spektren im Anschluß an die neuen Standards ist von möglichst vielen Seiten erwünscht. Die — vom Rowlandschen Wert abweichende — Einheit des neuen Systems soll durch I. A. (Internationales Angström) bezeichnet werden.

Die visuellen Beobachtungen des Sonnenspektrums haben bisher zwar nur eine unerwartete Konstanz und Einheitlichkeit des Fleckenspektrums bei den verwandten Dispersionen erkennen lassen, doch sollen dieselben über eine volle Fleckenperiode fortgesetzt werden.

Die Positionswinkel am Sonnenrande werden zukünftig allgemein — auch von den bisher umgekehrt zählenden italienischen Astronomen — im Sinne Nord Ost-Süd-West gezählt.

Zum Studium der Sonnenrotation, die nach Elementen getrennt durchgeführt werden muß, übernahmen sechs Beobachter je eine bestimmte Strecke des Sonnenspektrums.

Die Vereinigung hat ferner beschlossen, ihr Arbeitsgebiet künftig auf Astrophysik im allgemeinen auszudehnen, und hat bereits eine Kommission ernannt, die sich mit der Frage der Klassifikation der Sternspektren beschäftigen soll. Als Versammlungsort für das Jahr 1913 wurde Bonn gewählt.

*

Die nebenher tagende Kommission für Sterngrößen der photographischen Himmelskarte einigte sich auf den Vorschlag, daß für die Sterne vom Spektraltypus A_0 der Harvarder Klassifikation und von der Sterngröße 5,5—6,5 photographische und visuelle Sterngröße im Mittel gleich zu setzen sei, wobei die visuellen Größen nach der Harvardskala zu zählen sind. Die Harvardsternwarte übernimmt die Festlegung absoluter photographischer Sterngrößen für 24 Sequenzen in jeder Zone der photographischen Himmelskarte.

Mathematische und astronomische Unterrichtskurse

von Doc. Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Im neuen Hörsaal der Treptow-Sternwarte, Treptow bei Berlin, Alt-Treptow 1

☛ Dienstags 6—7 Uhr abends. Beginn: 10. Januar 1911. ☚

Einführung in die höhere Mathematik.

Funktionentheorie und Differentialrechnung.

A. Funktionentheorie. Begriff der Funktion, ihre geometrische Darstellung. — Grenzbegriffe. — Binomischer Lehrsatz.

B. Differentialrechnung. Begriff des Differentialquotienten und der Stetigkeit. — Differentiation der verschiedenen Funktionen. — Lineare, trigonometrische und Kreisfunktionen — Differentiation von Funktionen mit zwei Veränderlichen. — Anwendungen aus der Astronomie und Physik.

Die Mathematik wird nach eigener Methode so vorgetragen, daß die praktischen Anwendungen von der ersten Stunde an zu ihrem Rechte kommen.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***6 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***4,50 M.***

Astronomie für Jedermann.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Uebungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Montags 9—10 Uhr abends. Beginn: 9. Januar. ☚

Zwei kleinere Fernrohre stehen vor und nach dem Vortrage zur freien Verfügung.

1. Die Sternbilder und Anleitung zu ihrer Auffindung.
2. Sonne und Mond.
3. Unser Planetensystem.
4. Kometen und Sternschnuppen.
5. Unser Wissen von den Sternenwelten.
6. Milchstraße und Nebelgestirne.
7. Sternhaufen, veränderliche und neue Sterne.
8. Astronomie mit dem Opernglas und kleinen Fernrohren.
9. Sonnen- und Mondfinsternisse.
10. Unsere Erde als Planet.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***5 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***3,50 M.***

Über die Bestimmung der Zeit und ihre Weitergabe.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Übungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Dienstags 8—9 Uhr abends. Beginn: 10. Januar. ☚

Begriff von Raum und Zeit. — Die ersten Zeitmesser. — Sonnenuhren. — Die verschiedenen Zeitarten. — Präzisionsuhren und ihre Vergleichung. — Die Erde als Uhr. — Die verschiedenen Methoden der Zeitbestimmung. — Zeitbestimmung im Luftschiff. — Die telegraphische Weitergabe der Zeit. — Normaluhren und Zentraluhren. — Die Zeitsignale vom Eiffelturm und Norddeich mittels Wellentelegraphie. — Zukunft der Zeitverwaltung.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***7 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***5,50 M.***

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL", Jahrg. 11, Heft 4.
(Zu Dr. F. S. Archenhold: „Über Nordlichter in der Polarregion".)

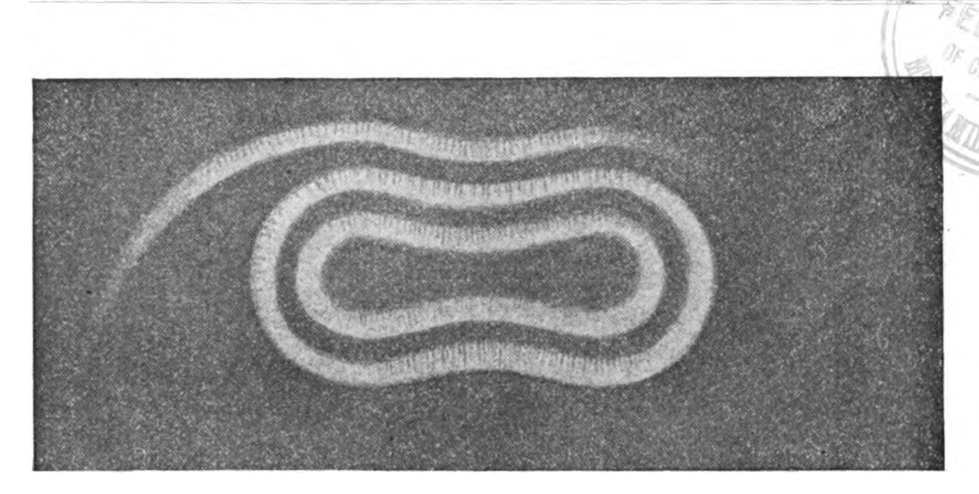


Fig. A.
Nordlicht am 25. Dezember 1899, $19^1/_2{}^h$.

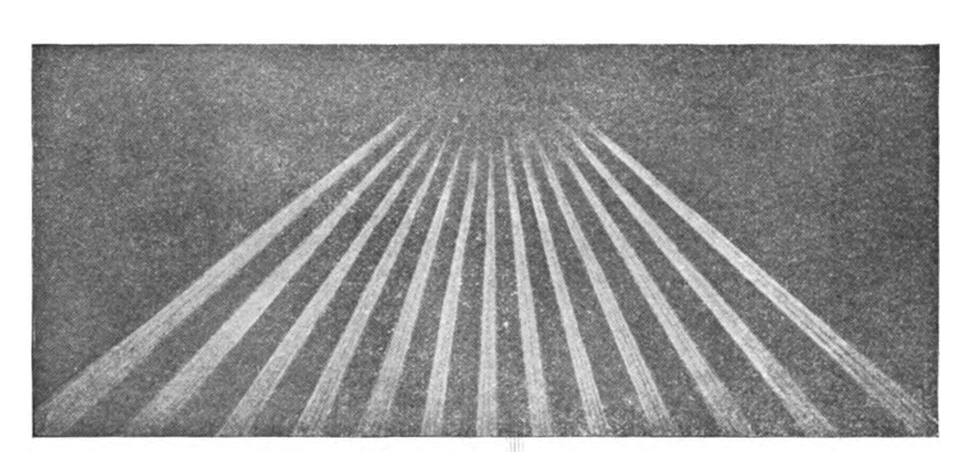


Fig. B.
Nordlichtkrone am 25. Dezember 1899, $20^1/_2{}^h$.

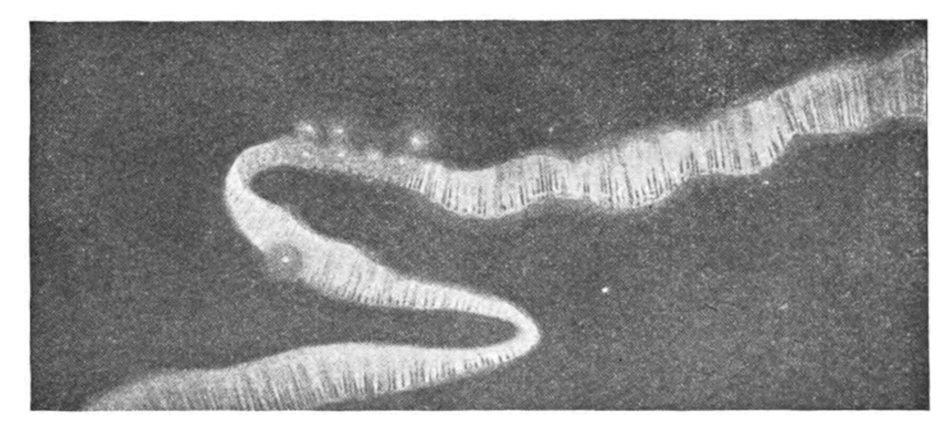


Fig. C.
Nordlicht am 26. Januar 1900.

// DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 4. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1910 November 15.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über Nordlichter in der Polarregion.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage.)

Auf der Polarexpedition des Herzogs der Abruzzen hat Major Cagni[1]) in der Zeit vom 13. September 1899 bis zum 30. Januar 1900 Gelegenheit gehabt, in der Teplitz-Bai zahlreiche Nordlichter zu beobachten, von denen einige sehr interessante seltene Formen darbieten, die wir hier im Bilde wiedergeben wollen. Zuvor möchte ich jedoch darauf hinweisen, daß durch den Zusammenhang der Nordlichter mit den Sonnenflecken[2]) die Theorie immer mehr gestützt wird, daß die Nordlichter Erscheinungen sind, die erst durch die von der Sonne ausgesandten Kathodenstrahlen in unserer Atmosphäre sichtbar werden. Die Nordlichter finden ihr Ende dort, wo die Kathodenstrahlen durch unsere Atmosphäre völlig absorbiert werden. Lenhard, der zuerst im Laboratorium die Kathodenstrahlen aus einem Aluminiumfenster in die Luft hineingeführt hat, hat sich auch besonders mit der Absorption derselben durch die Luft beschäftigt und neuerdings in den Sitzungsberichten der Heidelberger Akademie der Wissenschaften auf die große Ladung der von der Sonne ausgehenden Strahlungen hingewiesen. Es muß sich um schnellere Strahlen handeln, als es die β-Strahlen des Radiums sind. Er spricht die Meinung aus, daß auf der Sonne radioaktive Stoffe vorhanden sein müssen, und vielleicht aus dem Sonneninnern durch die dort herrschenden gewaltigen Drucke bei ihrem Austritt an die Oberfläche der Sonne zur Bildung

[1]) Die wissenschaftlichen Beobachtungen dieser Expedition sind in einem von der Verlagsbuchhandlung Ulrico Hoepli in Mailand vorzüglich ausgestatteten Werke unter dem Titel: „Osservazioni scientifiche eseguite durante la spedizione polare di S. A. R. Luigi Amadeo di Savoia, Duca degli Abruzzi 1899 bis 1900" herausgegeben.

[2]) Vergl. F. S. Archenhold, „Sonnenflecken, Erdströme und Nordlichter", „Das Weltall", Jahrg. 4, Seite 71 und Jahrg. 7, Seite 157.)



von Atomen führen, die bei ihrem Zerfall die Quelle der die Nordlichter verursachenden Strahlen bilden und voraussichtlich stärker radioaktiv sind als die Uranatome. In bezug auf eine Erklärung der einzelnen Strahlen der Nordlichter verweisen wir unsere Leser noch auf die Abhandlung von C. Störmer: „Neuere norwegische Untersuchungen über die Natur der Polarlichter“, „Das Weltall“, Jahrg. 9, Seite 129 u. f.

Wir wenden uns jetzt den erwähnten Nordlichtern zu. Major Cagni beobachtete u. a. in der Teplitz-Bai (nördl. Breite = $81^0 47' 26''$ Länge = $3^h 52^m 9,^s 7$) am 13. September 1899 im Westen einen weißlichen runden Streifen, der regenbogenförmig von Nordnordwest nach Südsüdost gerichtet war. Am 3. November trat ein Nordlicht auf, das schnellen Änderungen unterworfen war und zuletzt die in Fig. 1 wiedergegebene Gestalt zeigte, die deutlich erkennen läßt, daß die Kathodenstrahlen in unserer Atmosphäre verschiedene, oft übereinander gelagerte Schichten durchlaufen. Am 7. November ging ein Nordlichtstrahl von Denebola durch den zweiten Stern im großen Bären, Benetnasch, bis zum Sternbilde des Pegasus als ein halbrunder Streifen, mit seiner konvexen Seite nach

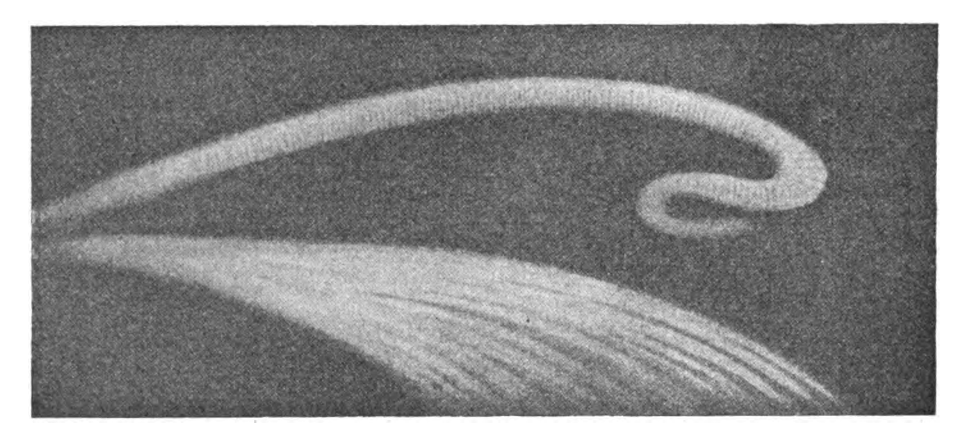


Fig. 1. Nordlicht am 3. November 1899.

Südost gerichtet. Gleichzeitig versilberten sich die Wolken im Nordosten durch ein Nordlicht, das sich bald zu einem prächtigen Ringe formte, dessen Achse durch die Plejaden ging. (Fig. 2.)

Eine Viertelstunde später verschwand der Ring, indem er sich länglich in der Richtung des Windes auszog.

Am 25. Dezember trat um $19^1/_2{}^h$ ein Nordlicht auf, das zuerst die Form von elliptischen, sich konzentrisch einschließenden, in der Mitte ein wenig eingedrückten Bändern annahm, die allmählich bis zum Zenit stiegen (Beilage Fig. A). Fast ein Drittel des ganzen Himmelsgewölbes war von dieser Lichterscheinung bedeckt. Um $20^1/_2{}^h$ nahm die Erscheinung an Intensität ab und bildete sich in die Gestalt einer Nordlichtkrone um, deren Zentrum genau im Zenit lag und sich von hier gegen Südosten strahlenförmig ausbreitete (Beilage Fig. B). Allmählich wurden die Streifen schwächer, sodaß um 21^h nur noch Spuren derselben zu sehen waren. Um $21^1/_2{}^h$ war das ganze Phänomen bereits verschwunden.

Am 26. Januar 1900 schoß ein prachtvolles Nordlicht um 21^h von Nordosten durch die beiden oberen Sterne des großen Bären halbkreisförmig gegen den Polarstern, durchlief die Zwillinge und endete 30^0 über dem Horizonte im Südwesten

(Beilage Fig. C). Es zerfiel bald in drei fast parallele Streifen und begann sich unter ständiger Helligkeitszunahme wie eine Schlange zu bewegen. In der Mitte löste sich der Streifen in einen Nebel auf, nur feine weiße Körner zurücklassend, die wie phosphoreszierender Sand, der vom Winde bewegt wird, leuchteten. Die strahlenden Körner unterschieden sich kaum von Sternen erster Größe. Um $9^{1}/_{2}{}^{h}$ traten erst zwei und dann drei konzentrische nach Norden konkav geformte Bänder auf; eine halbe Stunde später war die ganze Erscheinung verschwunden.

Je größer die Zahl der einzelnen Beobachtungen der Nordlichter wird, um so besser läßt sich der Zusammenhang derselben mit den Sonnenflecken studieren; insbesondere, wenn unsere Polarexpeditionen sich mit photographischen Apparaten ausrüsten, die dann Höhenbestimmungen der Polarlichter dadurch gestatten, daß an zwei, nicht zu weit von einander entfernten Punkten, 5 bis 10 km, gleichzeitige photographische Aufnahmen gemacht werden; durch die sich mitphotographierenden Sterne, unter Berücksichtigung der Aufstellungspunkte und sonstigen Konstanten der Apparate usw., ließe sich eine Höhen-

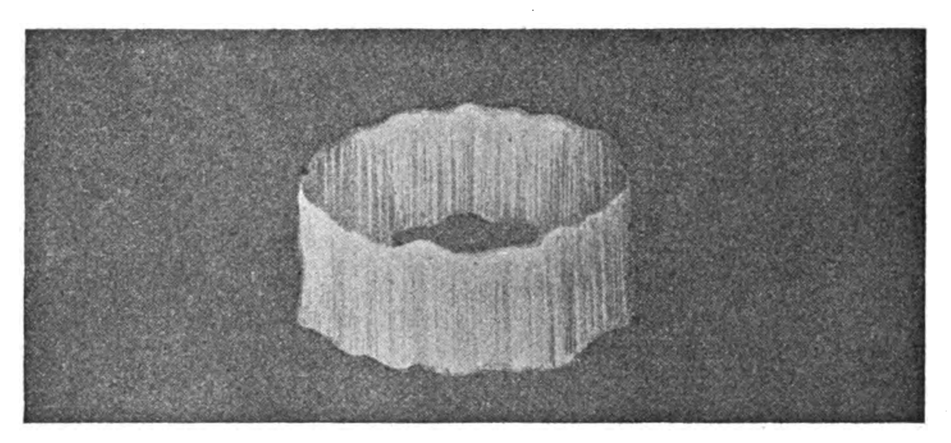


Fig. 2. Nordlicht am 7. November 1899.

bestimmung für die einzelnen Nordlichterscheinungen erzielen, wie es Carl Störmer jüngst auf einer Expedition in Bossekop gezeigt hat. Die Höhen der von Störmer photographierten Polarlichter betrugen 50, 120, 166 und 190 km über der Erdoberfläche, während Paulsen im Jahre 1884 aus seinen Messungen in dem grönländischen Küstenorte Godthaab als größte Höhe nur 68 km gefunden hatte.



Einiges von den flüssigen Krystallen.

Von Werner Mecklenburg.

(Fortsetzung.)

Die fließenden und die flüssigen Krystalle.

Eine bei der Betrachtung besonders deutlich in das Bewußtsein tretende Eigenschaft der Krystalle ist ihre große Starrheit. Allerdings sind schon seit langem Erscheinungen bekannt, nämlich die Erscheinungen der Biegsamkeit, welche auf minder große Starrheit deutlich hinweisen. So unterscheidet der Mineraloge die elastisch biegsamen Krystalle, wie etwa den Glimmer, dessen

Krystalle sich ohne Schwierigkeit biegen lassen, aber nach Aufhören der wirksamen Kraft wieder ihre ursprüngliche Form annehmen, von den gemein biegsamen Krystallen, deren Elastizität so gering ist, daß sie, wenn sie einmal deformiert sind, dauernd deformiert bleiben; als Beispiel dafür seien Talk oder Chlorit angeführt. Indessen tritt ein so beträchtlicher Grad der Biegsamkeit nur selten und nur bei den in sehr dünnen Blättchen oder Nadeln krystallisierenden Stoffen auf; auch sind die Kräfte, die bei der Deformation aufgewendet werden müssen, wenn man erstens die große Dünnheit der Krystalle und zweitens die bei den Versuchen in Frage kommende Hebelwirkung berücksichtigt, tatsächlich nicht so gering, wie man zunächst vielleicht meinen möchte. Diese Erfahrungen ließen daher, so interessant und wichtig sie auch waren, doch keineswegs die Möglichkeit von so wenig starren Krystallen voraussetzen, daß sie nicht nur weich oder plastisch, sondern sogar flüssig erscheinen würden.

Das große Verdienst, durch seine Arbeiten die allgemeine Aufmerksamkeit auf die weichen und flüssigen Krystalle gelenkt und dadurch außerordentlich anregend gewirkt zu haben, kommt dem Professor der Physik an der technischen Hochschule in Karlsruhe Dr. O. Lehmann zu.

Das erste Beispiel für sehr weiche Krystalle hat Lehmann schon im Jahre 1877 am Jodsilber aufgefunden. Wird das hexagonal krystallisierende Jodsilber erhitzt, so geht es bei 146° in eine andere Krystallform, nämlich in reguläre Oktaëder über, aber diese Oktaëder sind so weich und werden, wenn sie aneinander stoßen, so leicht deformiert, daß ein Aggregat von ihnen ursprünglich für eine trübe Flüssigkeit gehalten wurde. Eine eingehendere Untersuchung der weichen und der flüssigen Krystalle konnte erst einsetzen, nachdem durch neuere Entdeckungen auf dem Gebiete der organischen Chemie eine größere Reihe von Substanzen gewonnen worden waren, die als geeignetes Versuchsmaterial dienen konnten. Diese neue Periode in der Geschichte der flüssigen Krystalle setzte im Jahre 1888 ein, nachdem Reinitzer in Wien das Cholesterylbenzoat, eine organische Substanz von ziemlich komplizierter, bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelter Struktur, dargestellt und sie Lehmann zur näheren Untersuchung übergeben hatte. Nun folgte weiter die Entdeckung der weichen Krystalle der ölsauren Salze, dann die der Azoxyverbindungen und schließlich die systematische Aufsuchung und Auffindung krystallinisch flüssiger Substanzen durch Vorländer. Besonders durch die Arbeiten von Vorländer ist die Zahl der weiche oder flüssige Krystalle liefernden Stoffe außerordentlich vergrößert worden; wir kennen jetzt über 250 verschiedene Substanzen, die die merkwürdigen Erscheinungen zeigen.

Während die meisten krystallisierten Substanzen, sofern sie beim Erhitzen keine Zersetzung erleiden und auch sonstige störende Nebenerscheinungen nicht auftreten, bei einer bestimmten Temperatur, dem Schmelzpunkt, aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen, zeigte das Cholesterylbenzoat gewissermaßen einen doppelten Schmelzpunkt. Bei 145,5° schmilzt es zu einer trüben, aber völlig flüssigen Flüssigkeit, die bei 178,5° plötzlich klar wird. Beim Abkühlen wird die klare Schmelze, sowie die Temperatur 178,5 erreicht hat, plötzlich trübe, bleibt aber vollkommen flüssig und nimmt erst bei 145,5° die feste Form an. Die trübe Flüssigkeit zeigt bei der Untersuchung im Polarisationsmikroskop starke Doppelbrechung. In der folgenden Tabelle ist eine Reihe von Substanzen aufgeführt, die sich ähnlich verhalten. In der ersten Reihe steht der Name der Substanz, in der zweiten Reihe die Strukturformel,

in der dritten Reihe der Schmelzpunkt, d. h. die Temperatur, bei der der Übergang fest → trübe Flüssigkeit erfolgt, und in der vierten Reihe der Klärungspunkt.

Name	Formel	Schmelzpunkt	Klärungspunkt
Cholesterylbenzoat .	$C_{27}H_{45} . O . CO . C_6H_5$	145,5°	178,5°
p-Azoxyanisol . . .	$CH_3 . O . C_6H_4 - \underbrace{N - N}_{O} - C_6H_4 . O . CH_3$	116	178
p-Azoxyphenetol . .	$C_2H_5 . O . C_6H_4 - \underbrace{N - N}_{O} - C_6H_4 . O . C_2H_5$	137,5	168
p-Azoxyanisolphenetol	$CH_3 . O . C_6H_4 - \underbrace{N - N}_{O} - C_6H_4 . O . C_2H_5$	93,5	149,6
Azin des p-Oxaethylbenzaldehyds . . .	$C_2H_5 . O . C_6H_4 . CH - N$ $\Vert$ $C_2H_5 . O . C_6H_4 . CH - N$	172	199
p-Methoxyzimtsäure .	$CH_3 . O . C_6H_4 . CH = CH . COOH$	170	187,5
Kondensationsprodukt aus Benzaldehyd und Benzidin.	$C_6H_4 . N = CH . C_6H_5$ $\vert$ $C_6H_4 . N = CH . C_6H_5$	234	260
p-Azoxybenzoësäure-Aethylester . . .	$O \langle$ $N . C_6H_4 . CO_2 C_2H_5$ $\vert$ $N . C_6H_4 . CO_2 C_2H_5$	113,5	120,5

Erhitzt man eine größere Menge (etwa 100 g) einer dieser Substanzen auf eine Temperatur, die zwischen dem Schmelz- und dem Klärungspunkt liegt, so erhält man, wie bereits gesagt worden ist, eine trübe, undurchsichtige Masse, die in weiten Gefäßen eine vollständig horizontale Oberfläche, in engeren Röhren einen konkaven Meniskus bildet. Der Grad der Beweglichkeit oder Zähigkeit der Schmelzen ist besonders von Schenck und seinen Schülern ermittelt worden. Bezeichnet man die Zähigkeit des Wassers bei 0° mit 100, so liegen die Zähigkeiten der trüben Schmelzen von

Cholesterylbenzoat	zwischen	893	und	621
p-Azoxybenzoësäureaethylester . .	-	856	-	471
p-Azoxyanisolphenetol	-	171	-	111
p-Azoxyanisol	-	148	-	128
p-Methoxyzimtsäure . :	-	106	-	91
p-Azoxyphenetol	-	79	-	66

Es gibt also krystallinisch-flüssige Stoffe, deren Zähigkeit etwa der des Olivenöls entspricht, und ebenso solche, die viel leichter beweglich als Wasser sind. Mit steigender Temperatur nimmt die Zähigkeit einer Flüssigkeit stark ab, die oberen Werte der kleinen Tabelle entsprechen also den Beobachtungen bei niedriger, die unteren Werte bei höherer Temperatur. Demnach wäre zu erwarten, daß bei weiterem Erhitzen der Schmelzen über den Klärungspunkt hinaus die Zähigkeit kleiner wäre, als unterhalb desselben. In einigen Fällen, z. B. beim p-Azoxybenzoësäureaethylester und beim Cholesterylbenzoat ist es auch tatsächlich so, in der beträchtlichen Mehrzahl der Fälle aber nimmt die Zähigkeit beim Überschreiten des Klärungspunktes plötzlich stark zu, d. h. die isotrope Flüssigkeit ist, obwohl sie bei höherer Temperatur existiert als die anisotrope Schmelze, schwerer beweglich als diese, ein sehr überraschendes Resultat, das besonders deutlich wird, wenn man die nebenstehenden, die tatsächlichen Verhältnisse allerdings nicht ganz richtig wiedergebenden

Diagramme betrachtet, in denen die Zähigkeit als Ordinate, die Temperatur als Abszisse eingetragen ist und der auf der Abszisse senkrecht stehende Pfeil die Klärungstemperatur angibt; die beiden ersten Diagramme zeigen die in Wirklichkeit allerdings nicht so plötzlich verlaufende Zunahme der Zähigkeit, während das dritte Diagramm ein Beispiel für den an erster Stelle erwähnten, weniger häufigen Fall darstellt.

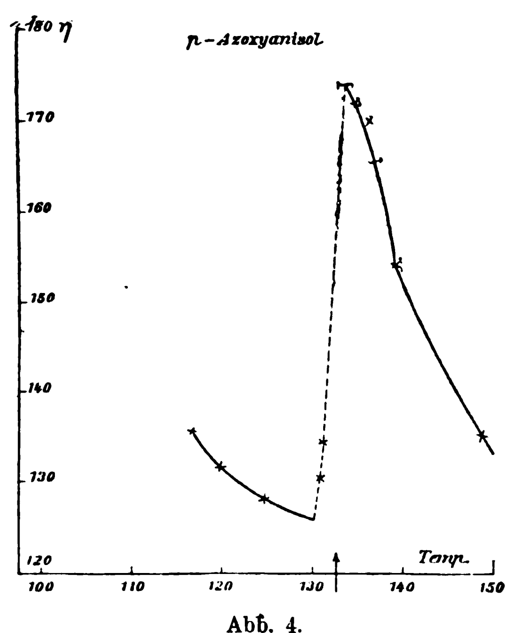


Abb. 4.
Zähigkeit des p-Azoxyanisols als Funktion der Temperatur nach Schenck.

Von den Messungen physikalischer Größen seien hier noch die Wärmetönungen beim Verflüssigungs- und beim Klärungspunkte besprochen. Wenn ein krystallisierter Stoff schmilzt, d. h. in den amorphen Zustand übergeht, so wird bekanntlich eine gewisse Wärmemenge, die sogenannte Schmelzwärme, gebunden, und dieselbe Wärmemenge wird frei, wenn dieselbe Menge desselben Stoffes umgekehrt wieder aus dem amorphen in den krystallisierten Zustand übergeht. Verwandelt sich zum Beispiel 1 g Wasser von 0° in 1 g Eis von derselben Temperatur, so werden 80 kleine Kalorien frei, und wenn 1 g Eis von

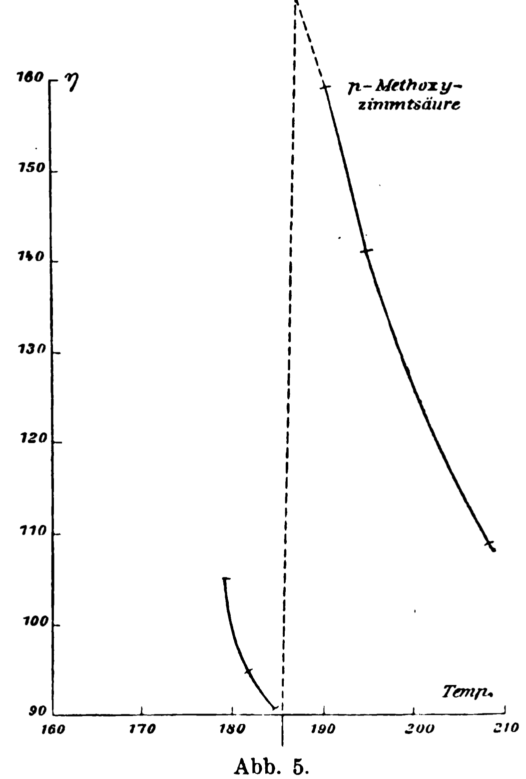


Abb. 5.
Zähigkeit der p-Methoxyzimmtsäure als Funktion der Temperatur nach Schenck.

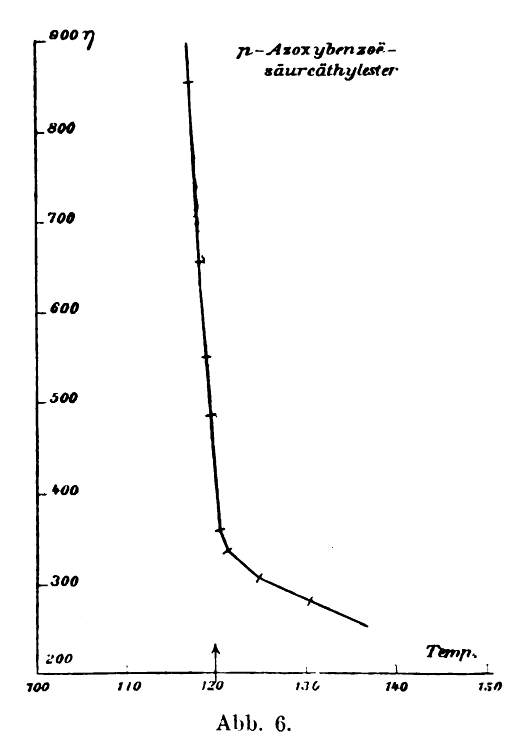


Abb. 6.
Zähigkeit des p-Azoxybenzoësäureaethylesters als Funktion der Temperatur nach Schenck.

0^0 zu 1 g Wasser von 0^0 schmilzt, so erheischt der Vorgang dieselbe Wärmemenge von 80 Kalorien. Ganz analoge Vorgänge spielen sich bei der polymorphen Umwandlung ab: der Schmelzwärme beim Schmelzen entspricht die Umwandlungswärme bei der polymorphen Umwandlung. In der folgenden Tabelle sind einige Schmelz- und Umwandlungswärmen angegeben; die Werte beziehen sich auf je ein Grammmolekül der betreffenden Substanz und auf große Kalorien:

Schmelzwärmen:	
Aluminium	6,5 Kal.
Blei	1,1 -
Jod	1,5 -
Kupfer	2,7 -
Zink	1,8 -
Bleichlorid $Pb\,Cl_2$	5,8 -
Wasser H_2O	1,4 -
Salpeter KNO_3	4,9 -
Schwefelsäure KSO_4	2,4 -
Essigsäure	2,6 -
Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$	13,5 -
Benzol	2,3 -
p-Bromphenol	3,0 -
Diphenylamin	4,0 -
Nitrobenzol	2,7 -
Phenylessigsäure	3,5 -
p-Toluidin	3,8 -

Umwandlungswärmen:	
Schwefel monoklin → rhombisch	0,08 Kal.
Kohlenstoff-Graphit → Diamant	0,50 -
Quecksilberjodit HgJ grüngelb → gelb	0,15 -
Quecksilbersulfid HgS amorph → krystallisiert	0,3 -
Ammoniumnitrat	
β-rhombisch → α-rhombisch	0,40 -
α-rhombisch → rhomboëdrisch	0,43 -
rhomboëdrisch → regulär	0,95 -
Calciumcarbonat	
Aragonit → Kalkspath	0,4 -
Glukose $C_6H_{12}O_6$	
$\alpha \rightarrow \beta$	1,55 -
$\gamma \rightarrow \beta$	0,67 -

Die Wärmetönungen beim Schmelz- und beim Klärungspunkt bei den weichen und flüssigen Krystallen sind von Schenck und seinen Schülern und von anderen Forschern gemessen worden und haben zu den in der folgenden Tabelle zusammengestellten Ergebnissen geführt.

Substanz:	Verflüssigungswärme:	Klärungswärme:
p-Azoxyanisol	7,48 Kal.	0,181 Kal.
p-Azoxyanisolphenetol	3,65 -	0,291 -
p-Azoxyphenetol	6,01 -	0,458 -
p-Methoxyzimtsäure	—	0,623 -
p-Azoxybenzoësäureaethylester	—	5,335 -
Cholesterylbenzoat	—	0,130 -

Betrachtet man die beiden vorstehenden Tabellen, so bemerkt man eine sehr interessante Tatsache: Im allgemeinen ist der Übergang krystallisiert → flüssig mit einem beträchtlichen Wärmeeffekt verbunden, während bei polymorphen Umwandlungen innerhalb des festen Zustandes nur geringe Wärmetönungen auftreten; die Schmelzwärmen sind viel größer als die Umwandlungswärmen. Bei den weichen und fließenden Krystallen haben wir das umgekehrte Bild: Der Übergang von den festen zu den weichen oder flüssigen krystallinischen Stoffen, also der Übergang von einer krystallisierten Form in die andere, der der polymorphen Umwandlung entspricht, zeigt eine verhältnismäßig große Wärmetönung, die von derselben Größenordnung ist wie die gewöhnliche Schmelzwärme. Die Klärungswärme hingegen, die als Übergang fest → amorphflüssig der Schmelzwärme entspricht, ist in der Regel sehr klein; in der Größenordnung folgt sie der Umwandlungswärme bei den gewöhnlichen polymorphen Umwandlungen. Die Folgerung, die wir aus dem Gesagten ziehen müssen, ist

die, daß die weich und die flüssig krystallinischen Stoffe ihrem Energieinhalte nach den eigentlichen Flüssigkeiten in der Tat sehr nahe und zwar näher als den gewöhnlichen festen Krystallen stehen, ein nach Ansicht des Berichterstatters sehr wesentliches Ergebnis, dessen Prüfung an weiterem Material dringend wünschenswert wäre.

Das bis jetzt Gesagte bezieht sich auf die trüben Flüssigkeiten, die als Aggregate von weichen und flüssigen Krystallen aufzufassen sind. Als besonders wesentlich für das Studium der weichen und flüssigen Krystalle mußte aber die Isolierung einzelner Krystallindividuen erscheinen, und in der Tat sind auch die interessantesten Beobachtungen an diesen gemacht worden. Bevor wir uns jedoch deren Besprechung zuwenden, wollen wir uns kurz die Erscheinungen an sehr kleinen Flüssigkeitsmengen in die Erinnerung zurückrufen.

Kleine Flüssigkeitsmengen nehmen bekanntlich infolge einer auf ihre Oberfläche wirkenden Kraft, der sogenannten „Oberflächenspannung“, Kugelform an. Die Oberflächenspannung sucht nämlich die Oberfläche der Flüssigkeit so klein wie irgend möglich zu machen, und die Kugel ist gerade derjenige Körper, der von allen Körpern mit demselben Rauminhalt die kleinste Oberfläche hat. Vollen Erfolg hat die Oberflächenenergie allerdings nur dann, wenn ihr nicht andere Kräfte allzu hindernd in den Weg treten. So zeigen z. B. größere Flüssigkeitsmengen die charakteristische Kugelgestalt nicht mehr, weil die Schwere die gesamte Masse so tief wie möglich zieht, und bei festen Flüssigkeiten, d. h. bei festen amorphen Körpern, fehlt die für die gewöhnlichen Flüssigkeiten charakteristische leichte Verschiebbarkeit der einzelnen Teilchen, sodaß diese der Oberflächenspannung nicht mehr so leicht zu folgen im Stande sind. Gleichwohl ist die Wirkung der Oberflächenspannung auch bei festen amorphen Stoffen unverkennbar, denn bei sorgfältiger Beobachtung erkennt man z. B. leicht, daß die scharfen Spitzen und Kanten von festem Asphalt sich mit der Zeit abrunden: der größte Feind der scharfen Spitzen und Kanten ist in der Tat die Oberflächenspannung. Etwas anders als bei den festen amorphen Stoffen liegen die Verhältnisse bei den krystallisierten Körpern. Während ein amorpher Stoff, wenn er durch ein geeignetes Mittel, etwa indem man ihn in einer Flüssigkeit von demselben spezifischen Gewicht suspendiert, von der Wirkung der Schwerkraft frei gemacht wird, mit der Zeit stets Kugelgestalt annehmen wird, mag dies auch infolge der schweren Verschiebbarkeit der Teilchen sehr lange dauern, wirkt bei einem krystallisierten Stoff die Tendenz, eine bestimmte charakteristische Form, die Krystallform, anzunehmen, der Ausbildung der Kugelform entgegen. Bei den gewöhnlichen Krystallen sind nun die der Oberflächenspannung hindernd entgegentretenden Kräfte, einerseits das Bestreben die Krystallform anzunehmen, und andrerseits die schwere Verschiebbarkeit der Teilchen, die Starrheit des Krystalls, im Verhältnis zu ihr so stark, daß die Wirkung der Oberflächenspannung praktisch kaum merklich in Frage kommt. Es wäre aber falsch, aus dieser Tatsache den Schluß zu ziehen, daß die Oberflächenspannung sich auf die amorphen Stoffe beschränke, denn zu einer derartigen Beschränkung liegt kein einziger stichhaltiger Grund vor, und die Beobachtungen an den weichen Krystallen widersprechen ihr sogar.

Denken wir uns jetzt einen Krystall, dem die Krystallisationskraft zwar die übliche von Spitzen, Kanten und ebenen Flächen begrenzte äußere Form zu geben sucht, dessen Teilchen sich aber trotzdem ohne große Schwierigkeit in

jeder Richtung verschieben lassen, also einen in allen Richtungen nur wenig starren Krystall. Welchen Einfluß wird die Oberflächenspannung auf ihn ausüben? Die Beantwortung der Frage bietet keine Schwierigkeiten. Die Krystallisationskraft strebt zu einem normalen Krystall, die Oberflächenenergie zu einem kugeligen Gebilde hin, und da beide Kräfte, dank der zur Voraussetzung genommenen Beweglichkeit der Teilchen, frei gegeneinander wirken können, so wird das Ergebnis ein Gleichgewichtszustand sein. Ist die Krystallisationskraft sehr groß gegenüber der Oberflächenspannung, so wird durch diese der normale Krystall nur an den Ecken und Kanten ein wenig abgerundet werden. Je größer aber die Oberflächenenergie gegenüber der Krystallisationskraft wird, um so mehr wird sich die Form des Gebildes der Kugel nähern, und schließlich wird der Krystall äußerlich vollkommen zur Kugel werden. Äußerlich, aber nicht im Innern! Denn die Oberflächenenergie wirkt nur an der Oberfläche, aber nicht im Innern. Im Innern des Gebildes kann die Krystallisationskraft ungehindert von der Oberflächenenergie freischaltend die Moleküle in bestimmter symmetrischer Weise anordnen: Die Kugel hat im Innern durchaus die für den Krystall charakteristische Anordnung der Moleküle behalten, sie ist trotz ihrer äußeren Form immer noch ein Krystall, zeigt also z. B. Doppelbrechung des Lichts usw.

Die neueren Entdeckungen, die den Gegenstand dieser Mitteilung bilden, haben nun gezeigt, daß die Gebilde, deren Möglichkeit wir soeben theoretisch abgeleitet haben, tatsächlich existieren: Es sind das die fließenden und die flüssigen Krystalle, wobei wir nach dem Vorgange von Lehmann unter fließenden Krystallen solche verstehen, bei denen die Formkraft stärker als die Oberflächenspannung ist, sodaß auch äußerlich noch die eigentliche Krystallform zu erkennen ist, nur daß die Ecken und Kanten durch die Oberflächenenergie bereits abgerundet sind, während wir als flüssige Krystalle die bezeichnen, bei denen der überwiegende Einfluß der Oberflächenspannung die Deformation des Krystalls zur Kugel, zu einem „Krystalltropfen“, erzwungen hat. Ein prinzipieller Unterschied zwischen fließenden und flüssigen Krystallen besteht also nicht, der Unterschied zwischen ihnen ist nur graduell.

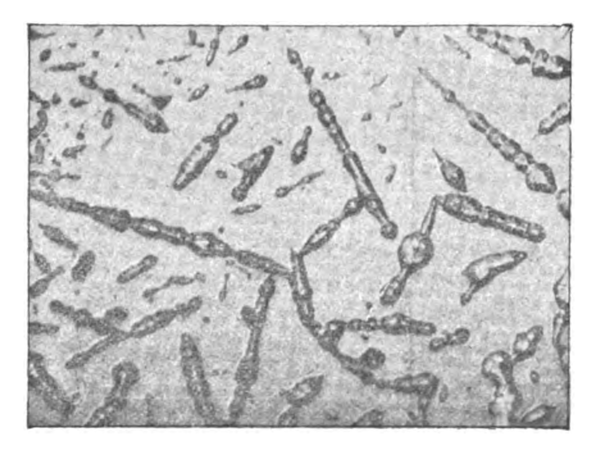


Abb. 7.
Die fließenden Krystalle des p-Azoxybenzoësäureaethylesters nach Vorländer.

Die Isolierung einzelner fließender und flüssiger Krystalle aus den Aggregaten weicher Krystalle, von denen wir weiter oben gesprochen haben, gelang Lehmann dadurch, daß er kleine Mengen der trüben Flüssigkeiten in geeigneten Lösungsmitteln, Olivenöl, Glyzerin, Petroleum, Kolophonium usw., suspendierte und sie dann mikroskopisch untersuchte.

Als Beispiel für fließende Krystalle mag hier der p-Azoxybenzoësäureaethylester angeführt werden: In einem geeigneten Lösungsmittel aufgeschlämmt bildet der p-Azoxybenzoësäureaethylester lange dünne nadelförmige Krystalle, bei denen durch die Wirkung der Oberflächenspannung die Spitzen und Kanten bereits etwas abgerundet sind. „Man kann förmlich greifbar wahr-

nehmen“, sagt Lehmann, „daß der einzelne Krystall gewissermaßen in eine elastisch gespannte Oberflächenhaut eingeschlossen ist, welche ihn zur Kugel zu deformieren sucht, woran sie aber durch die widerstehende Kraft der Elastizität gehindert wird.“ An der richtigen Krystallnatur dieser Nadeln ist nicht zu zweifeln, denn sie lassen eine Reihe charakteristischer Krystalleigenschaften deutlich erkennen. Sie zeigen Doppelbrechung und besitzen einen wohl ausgeprägten Dichroismus, da sie in polarisiertem Lichte, je nach der Richtung, in der das Licht sie durchsetzt, verschiedenfarbig, teils gelb, teils farblos erscheinen. In der nebenstehenden Abb. 7 sind die Stäbchen abgebildet.

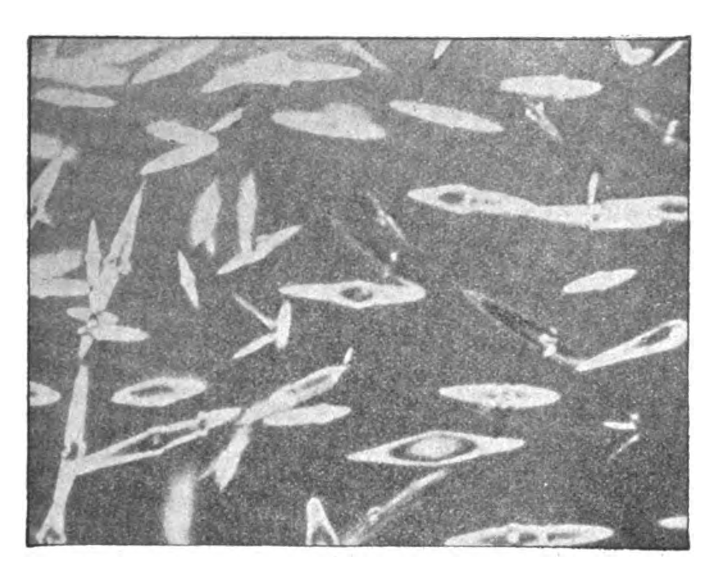


Abb. 8.
Die fließenden Krystalle des ölsauren Ammoniums nach Vorländer.

Analoge Erscheinungen treten bei dem ölsauren Ammonium auf, dessen fließende Krystalle in der Abb. 8 abgebildet sind, aber hier tritt der Einfluß der Oberflächenspannung noch stärker als bei den Krystallen des p-Azoxybenzoësäureaethylesters in Wirksamkeit. „Die Flächen und Kanten sind stark gerundet“, sagt Lehmann, „sodaß hiernach eine nähere Bestimmung der Form nicht wohl möglich ist. Der Querschnitt erscheint in der Regel nahezu kreisförmig, doch glaube ich in einzelnen Fällen deutlich beobachtet zu haben, daß er in Wirklichkeit sechseckig ist, daß somit die Krystalle wahrscheinlich als sehr steile hexagonale Pyramiden zu betrachten sind.“ Beim ölsauren Ammonium haben sich auch, ein weiterer Beweis für die Krystallnatur der Gebilde, Ätzfiguren beobachten lassen, d. h. es wird bei sehr schwacher Einwirkung eines Lösungsmittels auf eine Krystallfläche diese nicht gleichmäßig angegriffen, sondern es bilden sich auf ihr kleine, charakteristische Figuren aus, die entweder besonders leicht oder besonders schwer angreifbaren Partien entsprechen und deren Form und Anordnung mit dem vorliegenden Krystallsystem in engster Beziehung stehen.

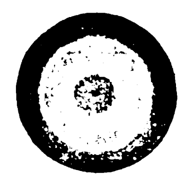


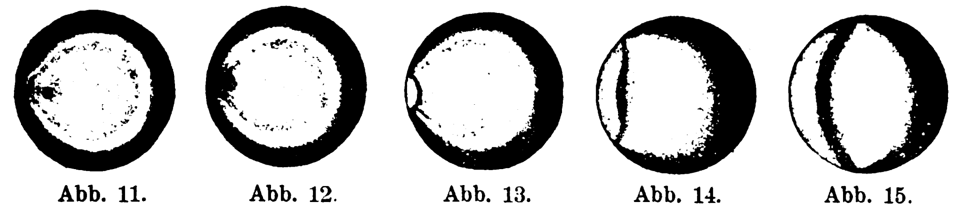
Abb. 9.
Linsenförmiger Krystall des Cholesterylbenzoats nach Lehmann.

Als Mittelglied zwischen den fließenden und den flüssigen Krystallen kann das Cholesterylbenzoat angeführt werden. Wie aus der Abb. 9 hervorgeht, sind die einzelnen Krystalle ei- oder linsenförmig gestaltet; von der geraden Begrenzung sind nur noch zwei Kanten übrig geblieben, die allein auch äußerlich noch an die durch die Erscheinungen der Polarisation erweisbare Krystallnatur des Gebildes erinnern.

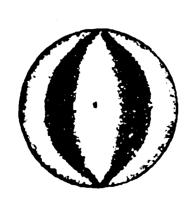
Die ersten Beispiele von wirklich flüssigen Krystallen, d. h. solchen Krystallen, die unter dem Einfluß der Oberflächenspannung Kugelform annehmen, ohne dadurch ihre Krystallnatur einzubüßen, sind von Gattermann entdeckt und von Lehmann näher untersucht worden: es waren das p-Azoxyanisol, das

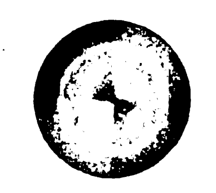
p-Azoxyphenetol und das p-Azoxyanisolphenetol. Die Eigenschaften der nach dem weiter oben angedeuteten Verfahren isolierten kugelförmigen Einzelkrystalle oder Krystalltropfen beschreibt Lehmann folgendermaßen: „Im Gegensatz zu den zusammenhängenden Massen, welche stets Aggregate vieler Individuen sind, erscheinen die isolierten einfachen Krystalltropfen nicht trübe, sondern durchaus klar. Von den gewöhnlichen Flüssigkeitströpfchen lassen sie sich ohne weiteres dadurch unterscheiden, daß sie im Innern eine eigentümliche Schatttierung zeigen, nämlich, falls sie sich in dem Zwischenraum zwischen Objektträger und Deckglas frei bewegen können und die Temperaturdifferenz oben und unten möglichst gering ist, einen dunklen . . . Punkt in der Mitte, welcher von einem grauen Hof umgeben ist (vergl. Fig. 10). Unmöglich ist es aber, Krystallindividuen mit polyedrischer Umgrenzung oder auch nur eine Andeutung einer solchen zu erhalten.“ Dreht sich ein flüssiger Krystall, der den dunklen Punkt in der Mitte zeigt, in der strömenden Füssigkeit um eine horizontale Axe um 90°, so bietet er, wie die Abb. 11 bis 16 zeigen, ein anderes Bild, nämlich das Bild einer auf der Kante stehenden, die Oberfläche der Kugel gerade berührenden Linse. Die Lage, die der Krystalltropfen gerade hat, wenn das erste Bild erscheint, bezeichnet Lehmann als erste Hauptlage und unter-


Abb. 10.
Abbildung eines Krystalltropfens in der ersten Hauptlage nach Lehmann.


Abb. 11. Abb. 12. Abb. 13. Abb. 14. Abb. 15.
Zwischenstadien eines aus der ersten in die zweite Hauptlage sich drehenden Krystalltropfens nach Lehmann.

scheidet sie von der zweiten Hauptlage, die dem Linsenbild entspricht. Betrachtet man die in der ersten Hauptlage befindlichen Tropfen im polarisierten Lichte, so erkennt man, wie die nebenstehende Abb. 17 andeutet, daß die vier Sektoren verschieden gefärbt sind, und zwar besitzen je zwei gegenüber liegende Sektoren dieselbe Farbe: Die Krystalltropfen zeigen also die bei Krystallen sehr häufig auftretende Erscheinung des Dichroïsmus.


Abb. 16.
Abbildung eines Krystalltropfens in der zweiten Hauptlage nach Lehmann.


Abb. 17.
Darstellung eines Tropfens in der ersten Hauptlage bei der Betrachtung im polarisierten Lichte nach Lehmann.

Bringt man einen in der ersten Hauptlage befindlichen Krystalltropfen in ein starkes magnetisches Feld, so sucht er die zweite Hauptlage anzunehmen, ebenfalls ein Beweis für die Anisotropie der Tropfen.

Nachdem wir uns einen kurzen Überblick über die Erscheinungsreihe fließender Krystall → flüssiger Krystall verschafft haben, wollen wir, indem wir wegen der vielen beobachteten und nur schwer genauer zu erklärenden Einzelheiten auf die am Schlusse dieses Berichtes angeführte Literatur verweisen, nur noch einige besonders interessante Phänomene schildern.

Ein hübsches Beispiel für die fast schon flüssige Natur der fließenden Krystalle, oder mit anderen Worten für den großen Einfluß, den die Oberflächenspannung auf die Krystalle ausübt, bieten Beobachtungen, die an den fließenden Krystallnadeln des p-Azoxybenzoësäureaethylesters gemacht worden sind: Kommt eine der Krystallnadeln dieses Esters in der Flüssigkeit mit einer Luftblase so zusammen, daß die Spitze des Krystalles senkrecht zu deren Oberfläche steht, so erleidet der Krystall eine merkwürdige Veränderung. An der Berührungsfläche fängt er an, sich zu verbreitern, während die Masse des Krystalls nachrückt, und schließlich wird aus ihm eine Pyramide, deren konkave Basis auf der Luftblase ruht. Die nebenstehenden Abb. 18a—d verdeutlichen das Gesagte. Bei dieser Formveränderung behält der Krystall, wie Lehmann ausdrücklich betont, seine Krystallnatur: „Die Ausbreitung und Verzerrung des Krystalles erfolgt derart, daß die Auslöschungsvorrichtungen überall senkrecht zur Oberfläche der Blase stehen und ebenso die Streifung, welche stets der Längsrichtung der Krystalle entspricht." Diese Erscheinung ist allgemein: deformiert man einen weichen oder flüssigen Krystall, zerrt man etwa einen

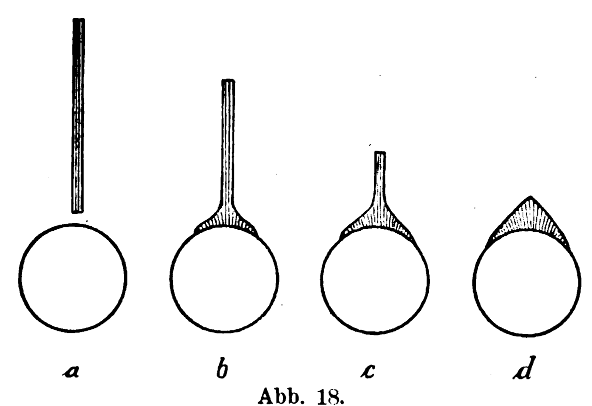


Abb. 18.
Deformation eines Krystalles von p-Azoxybenzoësäureaethylester beim Zusammentreffen mit einer Luftblase nach Lehmann.

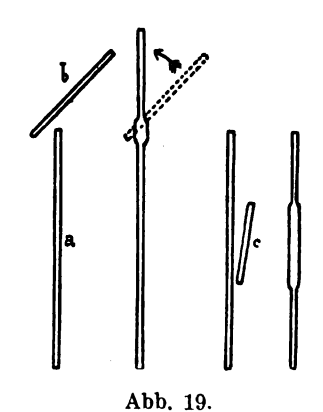


Abb. 19.
Verschmelzung zweier Krystalle des p-Azoxybenzoësäureaethylesters nach Lehmann.

fließend weichen Krystall von ölsaurem Ammonium senkrecht zur Längsrichtung, so sucht er seine innere Struktur so gut wie möglich zu bewahren oder sie, wenn er sie durch einen allzu stürmischen Angriff verloren hat, so schnell wie möglich wiederzugewinnen.

Besonders eigenartige Phänomene treten auf, wenn zwei fließende oder flüssige Krystalle zusammenstoßen. Als Beispiel mögen hier zunächst wieder Beobachtungen am p-Azoxybenzoësäureaethylester angeführt werden. Die vorstehende Abb. 19 gibt ein typisches Bild der Beobachtungen: Treffen die Nadeln *a* und *b* oder *a* und *c* so, wie es die Figur zeigt, schräg zusammen, so drehen sich im Augenblicke der Berührung die Nadeln mit außerordentlicher Geschwindigkeit so, daß sie parallel sind, und verschmelzen nunmehr zu einem einzigen an der Verbindungsstelle verdickten Krystall, der sich bei der optischen Untersuchung als vollkommen einheitlich erweist. Treffen hingegen die beiden Krystalle nicht schief, sondern genau rechtwinklig aufeinander, so wachsen sie zwar auch zusammen, aber sie bilden in diesem Falle nicht ein einheitliches Ganzes, sondern einen Zwilling, dessen beide Komponenten etwa im polarisierten Lichte betrachtet verschiedene Färbung zeigen.

Auch die Verschmelzung zweier flüssiger Krystalle oder zweier Krystalltropfen erfolgt, wie ja nicht anders zu erwarten ist, in streng regelmäßiger Weise, und zwar so, daß in den beiden Hälften des neugebildeten großen Tropfens die eigentümliche Struktur der Komponenten erhalten bleibt. Die ent-

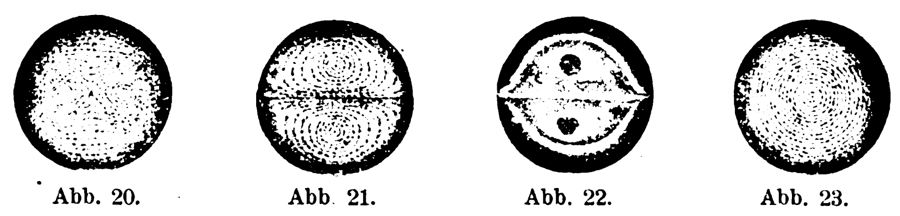


Abb. 20. Abb. 21. Abb. 22. Abb. 23.

Darstellung einiger durch Verschmelzung zweier Krystalltropfen in der ersten Hauptlage entstandener Gebilde nach Lehmann.

stehenden Strukturen stellen sich verschieden dar, je nachdem die Verschmelzung in der ersten oder in der zweiten Hauptlage erfolgt. Einige häufigere Beispiele sind in den nebenstehenden Abb. 20 bis 27 wiedergegeben, von denen die vier ersten einer Vereinigung in der ersten, die anderen einer solchen in der zweiten Hauptlage entsprechen. Auch kompliziertere Fälle sind von Lehmann

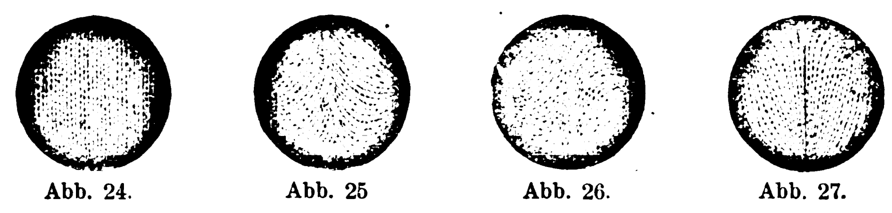


Abb. 24. Abb. 25 Abb. 26. Abb. 27.

Darstellung einiger durch Verschmelzung zweier Krystalltropfen in der zweiten Hauptlage entstandenen Gebilde nach Lehmann.

oft beobachtet worden. Alle diese Gebilde aber, die aus zwei oder, falls mehr als zwei Tropfen zusammengetreten sind, aus mehreren Teilen bestehen, sind wenig beständig: schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit treten Umlagerungen ein, die schließlich zu einem homogenen Krystalltropfen führen.

Bruchstücke eines gewöhnlichen starren Krystalls ergänzen sich in übersättigter Lösung bekanntlich wieder zu vollen Krystallen. Diese Tendenz, vollständige Krystalle zu bilden, besitzen auch die fließenden und die flüssigen Krystalle. Die nebenstehende Abb. 28, in der die Zerteilung eines verzerrten flüssigen Krystalls und die Ergänzung der Bruchstücke zu zwei vollständigen Krystallen schematisch wiedergegeben ist, erläutern das Gesagte zur Genüge. —

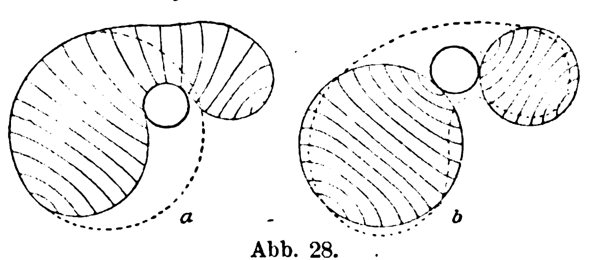


Abb. 28.

Gewaltsame Zerteilung eines Krystalltropfens in zwei kleine Krystalltropfen nach Lehmann.

Das Vorstehende gibt nur einen kleinen Bruchteil der vielen verschiedenartigen, oft sehr komplizierten Erscheinungen wieder, die an den fließenden und den flüssigen Krystallen beobachtet worden sind. Alle diejenigen, die sich mit dem in der Tat sehr reizvollen Gebiete näher beschäftigen wollen, seien auf

die am Schlusse angeführten Sammelarbeiten, in denen sie alle nötigen Literaturangaben finden werden, und vor allen Dingen auf die Natur selbst hingewiesen. Geeignete Apparate zur subjektiven Beobachtung und zur Projektion der merkwürdigen Phänomene sind von angesehenen Firmen, von denen hier besonders Voigt und Hochgesang (R. Brunnée) in Göttingen für einfache und Carl Zeiß in Jena für vollkommene Einrichtungen genannt werden mögen, konstruiert worden. Anweisungen zur Herstellung der wichtigsten Präparate findet man außer in der Originalliteratur in dem am Schlusse dieses Aufsatzes angeführten Werke von Schenck; jedoch sind die Präparate auch zu verhältnismäßig billigen Preisen im Handel, etwa bei C. A. F. Kahlbaum in Berlin oder E. Merck in Darmstadt, zu haben. (Fortsetzung folgt.)



Kleine Mitteilungen.

Wiederentdeckung des periodischen Kometen Faye (1910e Cerulli). Am 8. November 1910 hat Herr Dr. Cerulli in Teramo einen neuen Kometen entdeckt, der wie ein Stern 10. Größe erscheint und der nach einer brieflichen Nachricht von Prof. Berberich und einer Bahnbestimmung von Herrn Ebell in A. N. 4456 mit dem periodischen Kometen identisch ist, den Faye im Jahre 1843 in Paris am 22. November entdeckt hat. Die erste elliptische Bahn dieses Kometen ist zurzeit von Goldschmidt in Göttingen berechnet; nach seiner ersten Wiedererscheinung im Jahre 1851 und der zweiten im Jahre 1858 hat Möller eine neue Bearbeitung des Kometen unternommen und dabei auch die Frage des Einflusses eines widerstehenden Mittels auf den Lauf dieses Kometen eingehend untersucht. Der Komet, welcher eine Umlaufzeit von $7^1/_3$ Jahren hat, konnte auf Grund dieser Vorausberechnung im Jahre 1865, 1873, 1880, 1888 und 1895 wieder beobachtet werden. Die jetzige Erscheinung ist die hellste und günstigste seit der Entdeckung des Kometen im Jahre 1843. Seine Helligkeit nimmt allmählich ab und ist am 1. Dezember gleich der eines Sternes 10,4. Größe, am 5. Dezember 10,5. Größe. Er steht am 31. Dezember in Rekt. $= 3^h 46^m 40^s$ und Dekl. $= + 3^0 30'.7$. Der Fayesche Komet hat bereits am 23. Oktober 1910 seine Sonnennähe passiert und stand damals 247 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Am 5. Dezember ist er bereits in eine Entfernung von 308 Millionen Kilometer von der Sonne gerückt. Von der Erde steht er an diesem Tage nur 168 Millionen Kilometer ab und ist während der ganzen Nacht bequem zu beobachten. Er steht alsdann nahe dem kleinen Stern u im Stier und bildet mit den beiden Sternen v und o des Stiers ein gleichschenkliches Dreieck. Seine Ausdehnung ist etwa 1′ und sein Kern erscheint etwas granuliert, was von Barnard als eine besondere Eigentümlichkeit der kurzperiodischen Kometen angesehen wird.

* * *

Für die **Beobachtung der hellen Planeten am Tage** finden wir eine Anleitung von J. Stoben in den Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie (1910, Heft IV, S. 192). Besonders häufig wird von Schiffen aus die Beobachtung von Jupiter und Venus unternommen. Man berechnet dazu für den betreffenden Ort Höhe und Azimut des Gestirns und stellt den gewöhnlichen Oktanten für Nachtbeobachtung mit Doppelglas auf diese Höhe ein. Dann geht man nach dem Kompaß in die Richtung des errechneten Azimuts und sucht mit dem senkrecht vor den Augen gehaltenen Instrument die Kimm ab. Sehr bald erscheint die Venus im Spiegel, da sie sich am hellen Mittag als blitzende Silberkugel darstellt. Die Gestirne am Himmel direkt aufzusuchen ist wohl in den seltensten Fällen möglich.

* * *

Seebeben im Bismarck-Archipel wurden in der Zeit von September bis Dezember 1909 beobachtet. Laut Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie (Heft VII, 1910, S. 383) wurden Seebeben im Friedrich-Wilhelm-Hafen am 6. September und im Matupi-Hafen am 18. November und 8. Dezember 1909 wahrgenommen. Am längsten dauerte das Seebeben vom 8. Dezember, es konnten gegen 2 Uhr mittags im ganzen 8 Stöße festgestellt werden, von denen die längste Erschütterung 30 Sek. dauerte. Das Schiff „Planet“, von dem der Bericht stammt, wurde so stark erschüttert, daß sogar die Mannschaft an Deck glaubte, es wäre etwas besonderes vorgefallen. Der

Kompaß schlug um $^1/_4$ Strich aus. Dieselben Beobachtungen wurden auch von „Cormoran" gemacht, die zu jener Zeit ebenfalls im Hafen von Matupi lag.

„Planet" berichtet ferner von einem starken Seebeben in Matupi in der Nacht vom 24. zum 25. Februar 1910. Ohne vorherige Anzeichen setzte es um $12^h\ 52^m$ mit einem 4 Sekunden langen Stoß ein, der den Eindruck hervorrief, als ob das Schiff eine Kollision erlitten hätte oder aufgelaufen wäre. Eine Minute später folgte ein weiterer Stoß von 6 Sekunden. Der Kompaß zeigte einen Ausschlag von 4 Strichen. Zu gleicher Zeit machte sich ein starker Schwefelgeruch bemerkbar. Am Lande verspürte man das Seebeben sehr stark, in den Häusern stürzten sogar Gegenstände herab.

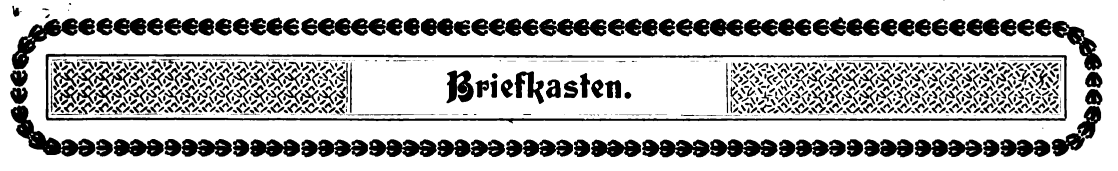
Bücherschau.

Jean Mascart, Astronome de l'Observatoire de Paris, **Le tremblement de terre en Bretagne** (5. Août 1909), Paris 1910, 17 Seiten.

Diese Broschüre enthält mehr als ihr Titel anzeigt: Der Autor behandelt darin nicht nur das Erdbeben in der Bretagne vom 5. August 1909, sondern bringt auch einige zeitgenössische Berichte über früher stattgefundene Erdbeben, so über das berühmte Erdbeben in Lissabon am 1. November 1755, das u. a. einen unauslöschlichen Eindruck auf Goethe in seiner Kindheit gemacht hatte.

Am 5. August 1909 hörte man in Brest gegen 3 Uhr nachmittags plötzlich eine heftige Detonation; ohne an ein Erdbeben zu denken, hielt man sie für eine Explosion in einer chemischen Fabrik, an einigen Stellen der Stadt sogar nur für das Rollen eines schweren Wagens. Die eigentliche Erschütterung begann um $3^h\ 11^m$ und dauerte ungefähr 3 Sekunden lang. Die Barometerkurve wies Ausschläge jedoch schon um 11^h morgens und $1^h\ 45^m$ mittags auf, blieb dann aber bis um $3^h\ 11^m$ unverändert. Ein Barometer in der Marine-Präfektur wurde so heftig erschüttert, daß die Tinte das ganze Blatt befleckte und die Kurve verwischt wurde. Das Bureau der transatlantischen Kabel notierte 3 Stöße, der erste, der heftigste, dauerte 1 Sekunde, der zweite, der etwas schwächere, dauerte ungefähr 3 Sekunden, der dritte dauerte, stetig anwachsend, fast 9 Sekunden. Das Erdbeben verursachte keinen Schaden, nur auf Place Sadi Carnot wurden Gegenstände umgestürzt und Scheiben zertrümmert.

Der Verfasser ist gegen jede vulkanische Erklärung dieses Erdbebens, da es in der Bretagne niemals Vulkane gegeben hat. Bis jetzt ist überhaupt der notwendige Zusammenhang zwischen Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen noch keineswegs als bewiesen zu betrachten.



M. W. aus Berlin. Frage 1. Wie stellt man Helligkeitsmessungen an Fixsternen an?

Helligkeitsmessungen werden mit Hilfe von Photometern (Lichtmessern) vorgenommen. Die wichtigsten in Betracht kommenden Photometer sind das Steinheilsche Prismenphotometer, das Zöllnersche Astrophotometer und das Glaskeilphotometer. Das Steinheilsche Instrument hat ein geteiltes Objektiv, vor jeder Hälfte desselben befindet sich ein Prisma, deren eines auf eine variable Lichtquelle einzustellen ist, während das andere auf die verschiedenen Sterne gerichtet wird. Sind beide Hälften gleich hell, so kann man die entsprechende Helligkeit ablesen. Bequemer in seiner Art, aber theoretisch schwieriger ist das Zöllnersche Instrument, daß sich die Eigenschaft des polarisierten Lichtes zu Nutze macht.

Das Prinzip beider Instrumente ist dasselbe wie es in den physikalischen Meßmethoden im physikalischen Praktikum vorgenommen wird.

Frage 2 Bei welcher Vergrößerung sind Jupiter und Saturnsatelliten zu sehen?

Diese Frage ist viel zu allgemein gestellt. Mit den einfachsten Vergrößerungen etwa 3 bis 5fach kann man die Jupitermonde 1, 2 und 3 sehen, zu Jupitermond 4 gehört eine stärkere Vergrößerung. Jupitermond 5 ist mit den bis jetzt stärksten Vergrößerungen nur bei Abblendung der Jupiterscheibe zu sehen, die anderen Monde sind nur auf photographischem Wege zu ermitteln und dem Auge verschlossen. Die Jupitermonde 1 bis 4 sind in den Größenordnungen 6 bis 7, die 5 bis 8 sind in den Größenordnungen 13 bis 17. Der größte Saturnmond Titan ist ein Stern von der Helligkeit 9,4 der schwächste 17,5. Größe.

Mathematische und astronomische Unterrichtskurse

von Doc. Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Im neuen Hörsaal der Treptow-Sternwarte, Treptow bei Berlin, Alt-Treptow 1

☛ Dienstags 6—7 Uhr abends. Beginn: 10. Januar 1911. ☚

Einführung in die höhere Mathematik.

Funktionentheorie und Differentialrechnung.

A. Funktionentheorie. Begriff der Funktion, ihre geometrische Darstellung. — Grenzbegriffe. — Binomischer Lehrsatz.

B. Differentialrechnung. Begriff des Differentialquotienten und der Stetigkeit. — Differentiation der verschiedenen Funktionen. — Lineare, trigonometrische und Kreisfunktionen — Differentiation von Funktionen mit zwei Veränderlichen. — Anwendungen aus der Astronomie und Physik.

Die Mathematik wird nach eigener Methode so vorgetragen, daß die praktischen Anwendungen von der ersten Stunde an zu ihrem Rechte kommen.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***6 M.,*** *für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***4,50 M.***

Astronomie für Jedermann.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Uebungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Montags 9—10 Uhr abends. Beginn: 9. Januar. ☚

Zwei kleinere Fernrohre stehen vor und nach dem Vortrage zur freien Verfügung.

1. Die Sternbilder und Anleitung zu ihrer Auffindung.
2. Sonne und Mond.
3. Unser Planetensystem.
4. Kometen und Sternschnuppen.
5. Unser Wissen von den Sternenwelten.
6. Milchstraße und Nebelgestirne.
7. Sternhaufen, veränderliche und neue Sterne.
8. Astronomie mit dem Opernglas und kleinen Fernrohren.
9. Sonnen- und Mondfinsternisse.
10. Unsere Erde als Planet.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***5 M.,*** *für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***3,50 M.***

Über die Bestimmung der Zeit und ihre Weitergabe.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Übungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Dienstags 8—9 Uhr abends. Beginn: 10. Januar. ☚

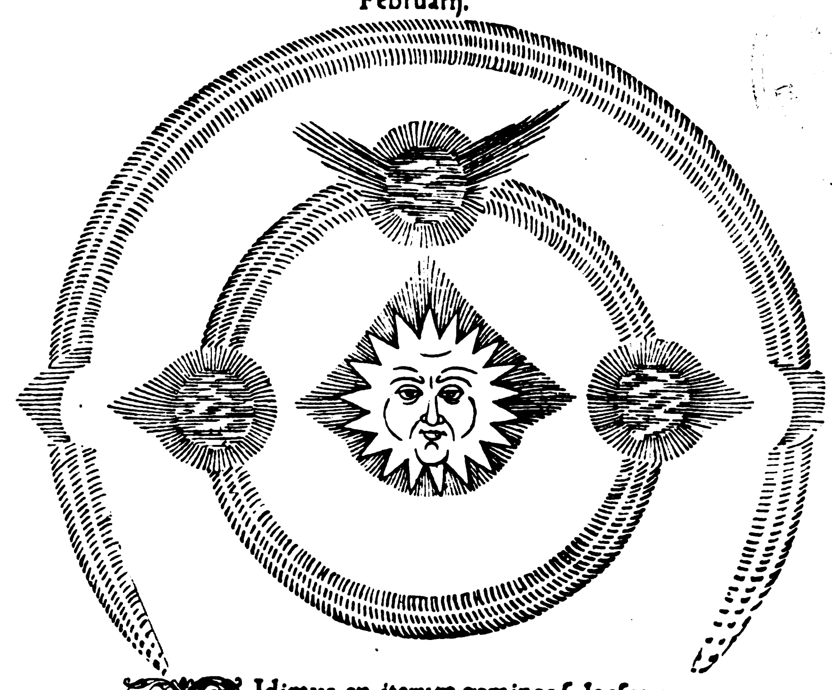
Begriff von Raum und Zeit. — Die ersten Zeitmesser. — Sonnenuhren. — Die verschiedenen Zeitarten. — Präzisionsuhren und ihre Vergleichung. — Die Erde als Uhr. — Die verschiedenen Methoden der Zeitbestimmung. — Zeitbestimmung im Luftschiff. — Die telegraphische Weitergabe der Zeit. — Normaluhren und Zentraluhren. — Die Zeitsignale vom Eiffelturm und Norddeich mittels Wellentelegraphie. — Zukunft der Zeitverwaltung.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***7 M.,*** *für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***5,50 M.***

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

PARELIA, CVM ARCVBVS COLORATIS VISA IN Misnia ad Albim, Anno 1578. die 18. Februarij.



VIdimus en iterum geminos fulgescere Soles,
Horridaque aduerso prælia Marte geri.
Vidimus in cœlo diros arsisse Cometas,
Atque alia irati tristia signa Dei.
CHRISTE Dei fili, cœlestis imago Parentis,
Fulgur, de Patris lumine lumen, honor.
O Sol Iusticiæ, Rerum natura fatiscit,
Dum grauiter mundum curua senecta premit.
Multa secuturæ monstrantur signa ruinæ,
Quæ finem præ se prodigiosa ferunt.
Perpetuæ his quæ sunt auroræ nuncia vitæ,
Qui tua constanti pectore iussa colunt.
Venturæ his tristi portendunt omine clades,
Qui te contemnunt, & tua iussa, Deus.
Cœlitus obsigna nobis oracula Legis,
Nostro Euangelij dogmata corde liga.
Quæ Patris è gremio nobis arcana tulisti,
Quæ monstrant veræ sola salutis iter.
Frange potens Sathanam, sæuos compesce Tyrannos,
Hostibus & cunctis inijce frena tuis.
Ne blasphema cohors, prohibe, conuicia iactet,
Insertosque tibi nos tua dextra tegat.
Noster es Emmanuel, nobiscum CHRISTE maneto.
Nos verbi æternum lux tua clara regat.
Sunt tenebræ sine te, nobis da CHRISTE precamur
Noticiam Patris, noticiamque tui.
Denique nos facias animis concordibus omnes
Vnanimi laudes ore sonare tuas.

M. Martinus Henricus Professor Ebrææ linguæ in Academia Vitebergensi.

Vuitebergæ excudebant Clemens Schleich & Antonius Schöne.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 5. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1910 Dezember 1.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Nebensonnen mit farbigen Bogen.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage.)

Gelegentlich der Zusammenstellung der Einblattdrucke von Kometenerscheinungen für die Ausstellung, welche bei der Erdnähe des Halleyschen Kometen in den Räumen der Treptow-Sternwarte veranstaltet worden ist, fand ich einen interessanten alten Einblattdruck von einer Haloerscheinung um die Sonne, die am 18. Februar 1578 in Meißen a. E. beobachtet worden ist und von Martinus Henricus, dem Professor der hebräischen Sprache an der Universität Wittenberg, in Gedichtform beschrieben und bei Clemens Schleich & Antonius Schöne zu Wittenberg gedruckt wurde. In der Zeit, als der herrschende Wunder- und Aberglauben allerorten eine weite Verbreitung fand, war es nur konsequent, auch die atmosphärischen und kosmischen Erscheinungen als übernatürlich anzusehen. Wir verstehen daher, daß jedesmal, wenn eine solche außerordentliche Erscheinung auftrat, zahlreiche Flugblätter mit kurzen Beschreibungen in Gestalt von Einblattdrucken oder sogenannte Prognostika große Verbreitung fanden und oft die Angst, welche das Volk bei der Beobachtung solcher Erscheinungen befiel, erhöhten und wissenschaftlich zu begründen versuchten. In einer Publikation über die Kometeneinblattdrucke werden die hauptsächlichsten diesbezüglichen Blätter in einem besonderen Werke veröffentlicht werden.

Bei den atmosphärischen Erscheinungen fanden insbesonders die Sonnen- und Mondhöfe und Ringe, wie auch die Nebensonnen und Nebenmonde, insgesamt auch Haloerscheinungen genannt, besondere Beachtung. Die Nebenmonde wurden „Paraselenae“, die Nebensonnen „Parhelia“ oder „Parelia“ genannt. Das uns vorliegende Blatt zeigt Nebensonnen, „Parelia“ genannt, mit farbigen Bogen.



Wir geben hier diesen interessanten Einblattdruck in gleicher Größe auf unserer Beilage wieder und fügen gleichzeitig eine Übersetzung des lateinischen Gedichtes, welches Martinus Henricus auf diese Nebensonne verfaßt hat, bei:

Nebensonnen mit farbigen Bogen.

Beobachtet in Meissen a. Elbe am 18. Februar 1578.

Da sehen wir auf einmal zwei Sonnen am Himmel erglänzen;
Wir sehen, wie dem Mars gegenüber schreckliche Schlachten geschlagen werden,
Wir sehen, wie am Himmel unheilvolle Kometen entflammen,
Und andere betrübende Zeichen des Zornes Gottes.
Christus, Du Sohn Gottes, Du Ebenbild Deines himmlischen Vaters,
Du blinkender Glanz, Licht vom Lichte des Vaters, Du Gott der Ehre!
Du Sonne (Lustitiae)? die irdische Natur geht dem Verfall entgegen,
Während das sorgenvolle Alter schwer auf der Erde lastet.
Vielerlei Zeichen erscheinen von dem kommenden Untergang,
Die seltsam das Ende vor sich hertragen.
Denen, die beständigen Herzens Deine Befehle ehren,
Denen sind dies immerwährende Vorboten des jüngsten Gerichtes;
Denen aber, die Dich verachten und Deine Befehle, o Gott,
Denen steht durch dieses traurige Zeichen kommendes Unglück bevor.
Der himmlische Vater möge uns die Weissagungen des Gesetzes fest in den Sinn prägen,
Er möge die Lehren seines Evangeliums eng mit unserm Herzen verbinden.
Du hast uns aus dem Schoße des Vaters diese Geheimnisse gebracht;
Sie zeigen uns den einzigen Weg, der zum wahren Heile führt
Vernichte mit Deiner Macht den Satan, und unterdrücke die grausamen Tyrannen,
Lege Zügel an Deinen Feinden, und denen, die mit ihnen gemeinsame Sache machen.
Verhindere, daß Dich die Menge lästert und Schmähreden schleudert
Möge uns, die Dir dienen, Deine Rechte behüten.
Unser bist Du, o Friedefürst, bleibe bei uns, o Christus!
Uns regiere in Ewigkeit das helle Licht Deines Wortes.
In Finsternis wandeln wir ohne Dich, Christus.
Wir bitten Dich, gib, daß wir Deinen Vater erkennen und Dich.
Endlich aber verleihe uns, daß wir alle gemeinsamen Herzens und aus einem Munde
Dein Lob erschallen lassen können.

M. Martinus Henricus,
Professor der Hebräischen Sprache an der Akademie Wittenberg.
(In Wittenberg gestochen von Clemens Schleich & Antonius Schöne.)

In Hellmanns Repertorium der deutschen Meteorologie 1883 finden wir Seite 685 eine Literaturzusammenstellung solcher beobachteten Nebenmonde und Sonnen, worunter auch das abgebildete Blatt erwähnt ist. In einer besonderen Publikation „Wetterprognosen und Wetterberichte des 15. und 16. Jahrhunderts" hat Hellmann einen Nebensonneneinblattdruck vom Jahre 1509 und ein Halophänomen vom Jahre 1551 reproduziert. Das erstere ist Samstag vor Weihnachten 1509 zu Prugk bei München gesehen worden. Das Originalblatt befindet sich in der Kgl. Hof- und Staatsbibliothek zu München und dürfte wohl der erste Einblattdruck sein, welcher diese Materie behandelt. Das zweite am 21. März 1551 zu Wittenberg gesehene Halophänomen ist nach den Beobachtungen von Paul Eber, der auch eine erste gute Beschreibung eines Nordlichts vom 3. März 1562 in deutscher Sprache gegeben hat, schon in guter Ausführung und genauer Auffassung der Naturerscheinung wiedergegeben. Wie solche Erscheinungen durch Beugung oder durch Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen in der Lufthülle unserer Erde entstehen, hat Sieberg in einem be-

sonderen Artikel im dritten Jahrgang unserer Zeitschrift „Über ringförmige Gebilde um Sonne und Mond, sowie verwandte athmosphärisch-optische Erscheinungen“ beschrieben. Hier findet der Leser auch einige erklärende Abbildungen solcher Haloerscheinungen.[1])

Wir geben hier zum Schluß noch einen Mondring mit Nebenmonden (Fig. 1) nach einer Aquarellskizze von Fridtjof Nansen wieder, die derselbe in seinem berühmten Werke „In Nacht und Eis“ beschrieben hat. In der Polarnacht am 24. November 1893, in der Nansen diese Haloerscheinung beobachtet hat, stand der Mond so niedrig, daß der Ring den Horizont berührte. Der untere Teil

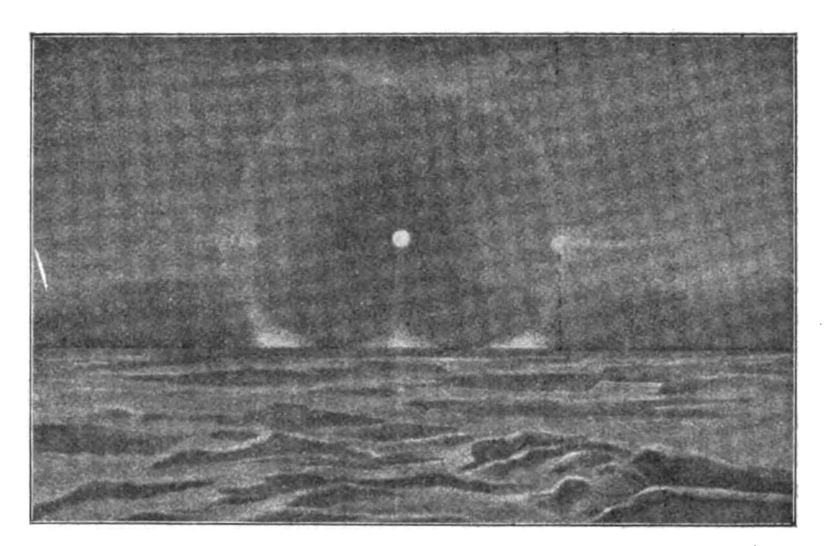


Fig. 1. Mondring mit Nebenmonden.
Beobachtet von Fridtjof Nansen in der Polarnacht am 24. November 1893.

zeigte eine stark gelbe Färbung, die später in Rot und Blau überging. Ähnliche Farben traten, wenn auch schwächer, an den Nebenmonden auf; oben am Ring zeigte sich noch ein umgekehrter Lichtbogen und dort, wo der Ring und die vom Mond ausgehende vertikale Achse den Horizont traf, entstanden helle Lichtfelder. In der horizontalen Achse des Mondes waren an der Seite, wie unsere Abbildung zeigt, auch noch schwache Lichtstreifen zu erkennen. Die Ringgebilde werden hauptsächlich durch die Strahlenbrechung des Lichts in den kleinen, in unserer Luft schwebenden Eiskrystallen erzeugt und zeigen sich daher im hohen Norden besonders häufig und in stark ausgeprägter Weise.

Einiges von den flüssigen Krystallen.

Von Werner Mecklenburg.

(Fortsetzung.)

Allgemeines.

Die Zahl der krystallisierten Stoffe der organischen Chemie ist außerordentlich groß, aber es ist bei der Fülle der Erscheinungen bisher noch nicht gelungen, allgemeine Gesetzmäßigkeiten ausfindig zu machen, die den zweifellos vorhandenen Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution, d. h.

[1]) Vergl. auch den Artikel von W. Krebs, Jahrgang 2, Heft 24, sowie „Weltall“ Jahrgang 10, Heft 13 und Heft 20.

der Art und Weise, wie sich die Atome zum Molekül angeordnet haben, und der Krystallform regeln. Wohl aber kann der organische Chemiker in vielen Fällen mit ziemlich großer Sicherheit nur auf Grund der Kenntnis der Strukturformel einer Verbindung allgemein sagen, ob der in Frage kommende Stoff eine Flüssigkeit ist, oder ob er Krystalle bildet. Für das Studium der fließenden und flüssigen Krystalle insbesondere war nun natürlich die Frage von großer Wichtigkeit, ob sich auch Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und der Bildung fließender oder flüssiger Krystalle würden feststellen lassen, denn wenn es gelang derartige Beziehungen zu entdecken, so war damit die systematische Aufsuchung der eigenartigen Stoffe ermöglicht, und man war bei ihrer Auffindung nicht mehr auf den Zufall angewiesen. Die Beantwortung verdanken wir den schönen Arbeiten von Prof. Vorländer in Halle:

„Die Beziehungen zur chemischen Konstitution," sagt Vorländer, „sind so einfach, daß man jetzt krystallinisch-flüssige Substanzen in beliebiger Anzahl synthetisch darzustellen vermag, während man noch vor einigen Jahren nur wenige Vertreter kannte. Das Resultat der chemischen Untersuchungen läßt sich in dem Satze zusammenfassen: Der krystallinisch-flüssige anisotrope Zustand wird durch eine möglichst lineare Struktur der Moleküle hervorgerufen. Doch nicht jedes linear gebaute Molekül ist im flüssigen Zustande krystallinisch. Wie überall auf solchem Gebiete physikalischer und chemischer Eigenschaften treffen auch hier mehrere Umstände zusammen. Wir finden im günstigsten Falle einige den Zustand beeinflussende Faktoren heraus, doch es fehlt die Kenntnis, wie die Faktoren miteinander wirken."

Eine lineare Struktur, im Sinne der Strukturformeln der organischen Chemie, besitzen unter den aliphatischen Verbindungen z. B. die Ölsäure

$$CH_3.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH = CH.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CH_2.COOH$$

und ihre Salze und unter den zyklischen Verbindungen z. B. die para-Substitutionsprodukte des Benzols. Die Struktur des Benzols C_6H_6 wird bekanntlich durch das folgende Bild

```
 CH = CH
 /      \\
CH        CH
 \\      /
 CH — CH
```

oder kurz durch ein Sechseck wiedergegeben ⬡, in dem jede Ecke eine CH-Gruppe repräsentiert.

Die Wasserstoffatome können durch andere Atome oder Atomgruppen ersetzt werden, und zwar kann man für den besonders wichtigen Fall, daß gleichzeitig zwei Wasserstoffatome ersetzt sind, also für den Fall der Disubstitutionsprodukte, drei verschiedene Arten der Substitution, die ortho-, die meta- und die para-Substitution, unterscheiden. In der ortho-Stellung liegen die beiden ersetzten H-Atome unmittelbar nebeneinander, in der meta-Stellung sind sie durch eine CH-Gruppe getrennt und in der para-Stellung endlich liegen sie einander gegenüber. Denken wir uns z. B. zwei Wasserstoffatome des Benzols durch je eine Amidogruppe NH_2 ersetzt, so erhalten wir die sogenannten Phenylendiamine, und zwar je nach der Stellung die folgenden Stoffe:

NH_2⬡ (unten NH_2) oder NH_2⬡ (oben NH_2)	NH_2⬡ (rechts oben NH_2) oder NH_2⬡ (rechts unten NH_2)	NH_2⬡NH_2
identisch o-Phenylendiamin	identisch m-Phenylendiamin	p-Phenylendiamin

Einen linearen, d. h. einen möglichst gestreckten Bau, besitzen nun offenbar gerade die p-Substitutionsprodukte, und gerade bei ihnen finden wir die liquokrystallinen Eigenschaften. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Atomgruppen, die als Substituenten in p-Stellung fließende und flüssige Krystalle bilden, zusammengestellt:

Stickstofffreie Atomgruppen:

$-O-CH_3$
$-O-C_2H_5$
$-O-C_3H_7$
$-O-CO-CH_3$
$-O-CO-C_2H_5$
$-O-CO-C_6H_5$
$-O-CO_2CH_3$
$-O-CO_2C_2H_5$
$-C_6H_5$
$-CH_3$
$-CO_2H$
$-C:C.CO_2H$
$-C:C.CO_2R$
$-CO-CH_3$
$-C:C-CO-R$
$-C:C-$
$-C\vdots C-$
$-Cl$
$-Br$

Stickstoffhaltige Atomgruppen:

$-N:N-$
$-N-N-$
$\diagdown O \diagup$
$-C:N-$
$-C-N-$
$\diagdown O \diagup$
$-C\vdots N$
$-NH_2$
$-N(CH_3)_2$
$-NO_2$

Durch Kombination der angegebenen Gruppen kann natürlich eine sehr große Anzahl von Verbindungen mit liquokrystallinen Eigenschaften gewonnen werden.

Außer der p-Stellung ist noch von Wichtigkeit die An- oder Abwesenheit tautomeren Wasserstoffs und der Sättigungsgrad des Moleküls. Tautomerie, d. h. die Erscheinung, daß ein H-Atom nicht an ein einziges anderes Atom fest gebunden ist, sondern zwischen zwei Atomen hin und herpendelt, verhindert das Auftreten fließender oder flüssiger Krystalle; wird aber der Wasserstoff durch eine Atomgruppe ersetzt, die nunmehr an dem einen der beiden Atome festhaftet, zwischen denen der Wasserstoff hin- und herschwankte, so verschwindet der störende Einfluß. Was den Sättigungsgrad der Moleküle anbelangt, so wird durch doppelte Bindungen die Tendenz zur Bildung fließender und flüssiger Krystalle entschieden begünstigt. Die Wirkung der in der obenstehenden Tabelle angegebenen Substituenten mit Doppelbindung

$$-N=N-, \quad -N{=O \atop =O}, \quad -C=O, \quad -C=C- \text{ usw.}$$

ist viel stärker, als die der gesättigten Substituenten

$$-CH_3, \quad -CH(CH_3)_2, \quad Cl, \quad Br \text{ usw.}$$

Allerdings fehlt es bis jetzt an einem Maßstabe, mit dessen Hilfe man den Krystallflüssigkeitswert eindeutig bestimmen könnte, aber es ist doch möglich, das soeben Gesagte zu erhärten. Weiter oben war bereits darauf hingewiesen worden, daß der Verflüssigkeitspunkt, d. h. diejenige Temperatur, bei der die feste Phase in die krystallinisch-flüssige Phase übergeht, das vollkommene Analogon zu den gewöhnlichen Umwandlungspunkten darstellt, bei denen bei polymorphen

Stoffen, die eine Krystallform in die andere übergeht. Dies mag hier etwas näher ausgeführt werden.

Ein Umwandlungspunkt ist ein Temperaturpunkt, bei dem die beiden in Frage kommenden Krystallarten, die beiden „festen Phasen", mit einander im Gleichgewichte sind. In gleicher Weise sind beim Klärungspunkte die beiden Phasen, die feste krystallinische und die flüssige krystallinische Phase, miteinander im Gleichgewicht. Nun ist die Grundbedingung für die Existenz eines echten Gleichgewichtes die, daß beide Phasen den gleichen Dampfdruck haben. Dies zeigt das nebenstehende Diagramm (Abb. 30), in dem die Dampfdrucke der beiden Phasen I und II als Funktion der Temperatur eingetragen sind. Bei der Temperatur A hat II einen größeren Dampfdruck als I; wenn wir also in einem geschlossenen Gefäß nebeneinander eine gewisse Menge von I und von II haben, so wird, da II den größeren Dampfdruck hat und der von II ausgehende Dampf mit dem von I ausgehenden Dampf identisch ist, die ganze Menge II allmählich verdampfen und sich der ursprünglichen Menge I in Form von I zugesellen, d. h. II ist neben I unbeständig — ein ganz allgemeines Resultat: von zwei verschiedenen polymorphen Modifikationen derselben Substanz ist stets diejenige, die den größeren Dampfdruck hat, gegenüber derjenigen mit dem kleineren Dampfdruck unbeständig. Bei der Temperatur B haben I und II denselben Dampfdruck, keine der beiden Modifikationen ist vor der anderen bevorzugt, beide sind gleich beständig. Steigt die Temperatur über B hinaus, so kehren sich die Verhältnisse um, I ist aus demselben Grunde, aus dem es unterhalb von B die beständige Modifikation darstellte, jetzt — etwa bei C — zur unbeständigen Modifikation geworden.

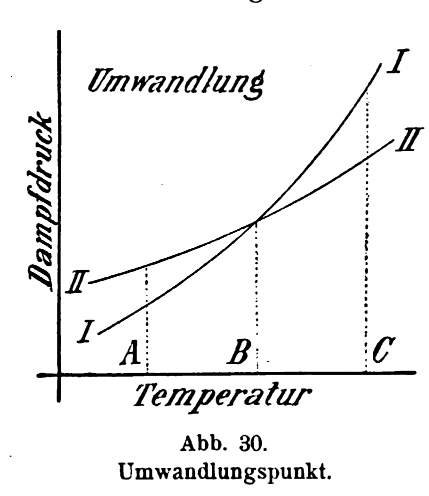


Abb. 30.
Umwandlungspunkt.

Zu eigenartigen Schlüssen gelangt man nun, wenn man das Diagramm noch durch die Dampfdruckkurve der amorphen geschmolzenen Substanz ergänzt. Nach dem Gesagten muß als Schmelzpunkt eines Stoffes die Temperatur definiert werden, bei der die feste (krystallisierte) Phase mit der amorph-flüssigen Phase im Gleichgewicht ist, d. h. bei der beide Phasen denselben Dampfdruck haben. Ein allgemeines Gesetz über die relative Lage der Dampfdruckkurve der amorphen Flüssigkeit, insbesondere darüber, ob sie die Dampfdruckkurven der beiden polymorphen Modifikationen oberhalb oder unterhalb des Umwandlungspunktes B schneidet, existiert nicht; beide Fälle sind möglich. Beide Fälle sind in den nebenstehenden Abb. 31 u. 32 zeichnerisch wiedergegeben. III^a resp. III^b ist die Dampfdruckkurve der Flüssigkeit. Im Falle III^a schneidet die Dampfdruckkurve der Flüssigkeit die Dampfdruckkurven der beiden festen Formen oberhalb des Umwandlungspunktes in D^a resp. E^a. Gehen wir jetzt von niedriger Temperatur, etwa von der Temperatur A, aus und erwärmen den Stoff allmählich, so beobachten wir folgendes: Bei Beginn des Versuches liegt der Stoff in der Modifikation I vor, bei der Temperatur B geht die Modifikation I in die Modifikation II über und bei der Temperatur E^a endlich schmilzt der Stoff zu der amorphen Flüssigkeit III^a. Lassen wir jetzt die Schmelze erkalten, so erstarrt die Flüssigkeit bei der Temperatur E^a zu der festen Modifikation II, und

diese wandelt sich beim Umwandlungspunkt B in die ursprüngliche feste Modifikation I um. Wesentlich anders wird der Vorgang, wenn die Dampfdruckkurve III^b der amorphen Flüssigkeit die Kurven I und II unterhalb der Umwandlungstemperatur B, etwa bei D^b und E^b, schneidet. Gehen wir wieder von der tiefen Temperatur A aus und erwärmen, so schmilzt die Modifikation I, ohne sich vorher in die Modifikation II zu verwandeln, und kühlen wir umgekehrt die amorphe Schmelze III langsam wieder ab, so scheidet sich sofort wieder I ab. II ist also überhaupt ausgeschaltet Oder mit anderen Worten: In dem zuerst betrachteten Falle, dem Falle der „Enantiotropie“, hat jede Phase, I, II und III Temperatur, ein Gebiet, in dem sie beständiger als die beiden anderen Phasen ist, denn unterhalb der Temperatur B ist I, zwischen B und E^a ist II und oberhalb E^a ist III am beständigsten. Im zweiten Falle hingegen, dem Falle der „Monotropie“, gibt es, wenigstens unter den gerade herrschenden Versuchsbedingungen, kein Temperaturgebiet, in dem II die beständigste Phase darstellt: unterhalb D^b ist I, oberhalb D^b III am beständigsten.

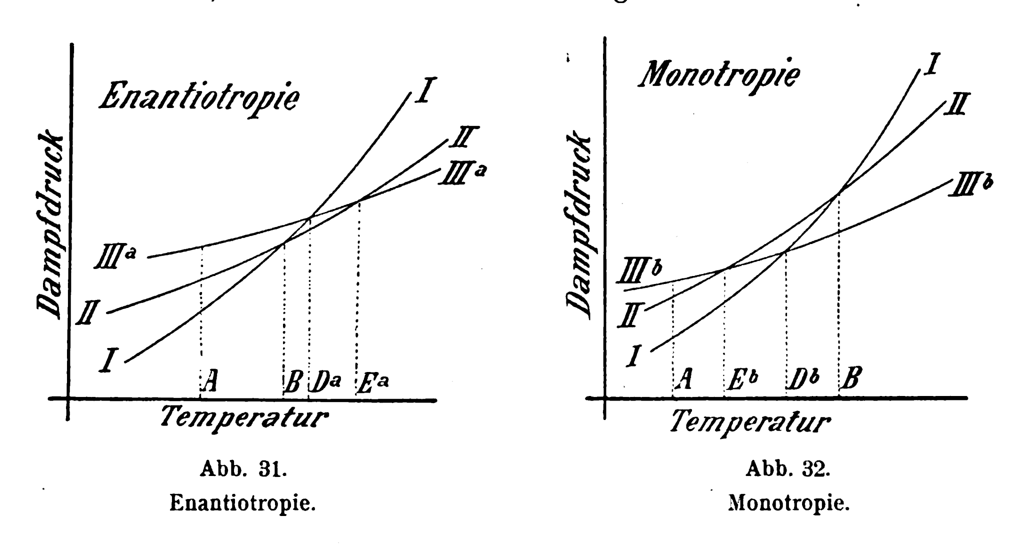


Abb. 31.
Enantiotropie.

Abb. 32.
Monotropie.

Hiernach könnte es scheinen, als ob II im Falle von Monotropie überhaupt nicht entstehen könnte, d. h. daß der zweite der oben besprochenen Fälle nur eine theoretische Fiktion wäre, die praktisch nicht realisierbar sei. Diese Ansicht macht indessen zwei Voraussetzungen, nämlich erstens die, daß jede direkte Umwandlung immer nur in der Richtung von der stabilen zur weniger stabilen Form gehen kann, und zweitens die, daß diese direkte Umwandlung immer und beim Überschreiten des Umwandlungspunktes sofort eintritt. Von diesen beiden Voraussetzungen ist die erste richtig, die zweite falsch. Zwar erfolgt eine Umwandlung immer nur so, daß sich aus dem weniger Beständigen das Beständigere bildet, aber die Geschwindigkeit, mit der die Umwandlung stattfindet, kann sehr verschiedene Werte haben. So ist z. B. das gewöhnliche Glas, wie es im Haushalte gebraucht wird, nicht beständig, sondern wandelt sich langsam in eine andere — krystallinische — Modifikation um. Diese Umwandlung geht aber so langsam vor sich, daß die amorphe Form scheinbar vollkommen beständig ist; nur wenn wir Hunderte von Jahren alte Glassachen betrachten, erkennen wir die stattfindende Umwandlung an der Trübung, die das ursprünglich vollkommen klare und durchsichtige Glas erlitten hat. Der Zustand, in dem sich an sich instabile Stoffe befinden, die infolge der Lang-

samkeit, mit der der Übergang in die eigentlich stabile Form vor sich geht, als stabil erscheinen, wird als „metastabiler“ Zustand bezeichnet.

Betrachten wir jetzt noch einmal die Abbildung 32, so erkennen wir ohne weiteres das Prinzip, dessen Anwendung uns zur Darstellung der instabilen Form II führt. Wenn wir, von der amorphen Schmelze ausgehend, die Umwandlungstemperatur D^b erreichen, hier aber die Umwandlungsgeschwindigkeit so gering ist, daß, noch ehe die Umwandlung eingetreten ist, die Temperatur bereits weiter bis E^b gesunken ist, so wird sich, falls die Umwandlungsgeschwindigkeit III → II groß genug ist, bei dieser Temperatur die Modifikation II bilden, obwohl sie weniger beständig als I ist. Die weitere Umwandlung der metastabilen Modifikation II in die stabile Modifikation I kann je nach den besonderen Verhältnissen mit größerer oder kleinerer Geschwindigkeit verlaufen. Ist die Umwandlungsgeschwindigkeit II → I in diesem Fall auch sehr gering, so wird II sogar, obwohl instabil, doch als durchaus stabil erscheinen, d. h. es ist metastabil.

Im Falle von Monotropie kann die Umwandlung immer nur in einem Sinne, nämlich in der Richtung II → I vor sich gehen, während im Falle der Enantiotropie die Umwandlung, je nachdem wir uns unterhalb oder oberhalb des Umwandlungspunktes befinden, entweder in der Richtung II → I oder in der Richtung I → II verlaufen kann. Rein theoretisch betrachtet würde auch bei der Monotropie eine Umwandlung I → II möglich sein, nämlich dann, wenn es gelänge, die Modifikation I bis über den Umwandlungspunkt B zu erwärmen, ohne daß die Schmelzung bei der Temperatur D^b einträte. Dieser theoretisch denkbare Fall hat sich praktisch bisher nicht verwirklichen lassen, weil sich die Umwandlungsgeschwindigkeit fest-krystallisiert → amorph-flüssig in allen bisher untersuchten Fällen als sehr groß erwiesen hat.

Betrachten wir jetzt von den neuen Gesichtspunkten aus die Verhältnisse bei den fließenden und flüssigen Krystallen, so finden wir Fälle, in denen die krystallinisch-flüssige Phase innerhalb eines bestimmten Temperaturgebietes am beständigsten ist, in denen also sowohl die Umwandlung krystallinisch-fest → krystallinisch-flüssig als auch diejenige krystallinisch-flüssig → amorph-flüssig umkehrbar ist, d. h. Fälle von Enantiotropie. Außerdem aber finden wir auch sehr viele Fälle von Monotropie, in denen die krystallinisch-flüssige Phase niemals stabil, sondern immer nur metastabil ist. Im Falle von Monotropie tritt dann beim Erwärmen der krystallinisch-festen Phase niemals die krystallinisch-flüssige Phase als Übergang zur amorphen Flüssigkeit auf, wohl aber läßt sie sich durch Abkühlung der amorphen Flüssigkeit unter den Verflüssigungspunkt unter Umständen nachweisen. Der Erfolg hängt indessen hier vielfach vom Zufall ab.

Der günstige Einfluß, den das Vorhandensein von doppelten Bindungen im Molekül auf das Auftreten von nicht-starren Krystallen ausübt, läßt sich nun ziemlich leicht dadurch erkennen, daß Moleküle ohne liquokrystalline Eigenschaften durch Einführung einer Doppelbindung monotrop oder gar enantiotrop-krystallinisch-flüssig werden oder daß nur monotrop-krystallinisch-flüssige Substanzen, in denen die krystallinisch-flüssige Phase kein Gebiet vollkommener Beständigkeit hat, durch das Hinzutreten von Doppelbindungen enantiotrop-liquokrystallinisch werden, zweifellos eine Steigerung der Stabilität der krystallinisch-flüssigen Phase. Wird andrerseits die Doppelbindung durch Addition von Wasserstoff, Brom oder dergleichen wieder aufgehoben, so wird dadurch der

vorher vorhandene Zustand wieder hergestellt. Die Wirksamkeit der gesättigten Substituenten wie CH_3, Cl, Br usw. ist, worauf bereits hingewiesen wurde, viel schwächer.

Ebenso wie bekanntlich die Umwandlungs- und Schmelzpunkte werden auch die Verflüssigungspunkte durch Hinzufügung andrer Stoffe verschoben. Besonders interessant ist es, daß bei manchen Stoffen, ebenso wie bisweilen mehrere krystallinisch-feste Phasen auftreten, auch mehrere krystallinisch-flüssige Phasen beobachtet worden sind. So werden die Verhältnisse bei dem von F. M. Jaeger hergestellten und von Lehmann genauer untersuchten Cholesterincaprinat, dem Cholesterinester der Caprinsäure, folgendermaßen beschrieben: „Kühlt man die isotrope Schmelze ab, so entsteht bei 90,6° die fließend-krystallinische Modifikation I, welche nur geringe Doppelbrechung bebesitzt und relativ leichtflüssig ist. Sie erstarrt normal bei 82,2° und entsteht auch bei dieser Temperatur beim Wiedererwärmen der festen Krystalle. Ähnlich wie eine isotrope Schmelze läßt sie sich aber auch unterkühlen und geht dann etwa bei 77,4° in die stärker doppelbrechende, in größeren Individuen auftretende und wesentlich zähere Modifikation II über. Umgekehrt verwandelt sich diese beim Wiedererwärmen bei derselben Temperatur (77,4°) zurück in die Modifikation I. Letztere ist somit zwischen 90,6° und 82,2° enantiotrop in bezug auf die feste Modifikation zwischen 82,2° und 77,4°, aber monotrop in bezug auf die feste und enantiotrop in bezug auf die fließend-krystallinische Modifikation II. Diese ist unterhalb 77,4° enantiotrop in bezug auf Modifikation I, aber monotrop in bezug auf die feste Modifikation. Die etwas komplizierte Sachlage wird übersichtlicher, wenn wir sie mit Vorländer, nach dem auch das Zitat gegeben ist, in folgender Zeichnung veranschaulichen, in der die Doppelpfeile Enantiotropie, die einfachen Pfeile Monotropie anzeigen:

90,6° 82,2°
Amorph-flüssig ⇄ krystallinisch-flüssig I ⇄ krystallinisch-fest
77,4° ↖↘ krystallinisch-flüssig II ↗

Noch viel komplizierter liegen die Dinge bei dem von Vorländer entdeckten p-Azozimtsäureaethylester

$$C_2H_5O_2C\,.\,CH\,.\,CH\,.\,C_6H_4\,.\,N:N\,.\,C_6H_4\,.\,CH:CH\,.\,CO_2C_2H_5,$$

wie das nachstehende Schema zeigt:

krystallinisch-flüssig I ⇄ krystallinisch-fest I
Amorph-flüssig ↗↙ ↖ ↓↑
krystallinisch-flüssig II ⇄ krystallinisch-fest III
↘ krystallinisch-fest II ↗

Die Existenz der monotropen Modifikationen krystallinisch-flüssiger Stoffe stellt keineswegs den niedrigsten Beständigkeitsgrad dieser Gebilde überhaupt dar. Lehmann hat vielmehr in einer wichtigen Arbeit nachgewiesen, daß es Stoffe gibt, die, ohne selbst eine krystallinisch-flüssige Phase zu besitzen, fließende oder flüssige Krystalle bilden, sobald zwei von ihnen mit einander gemischt werden. So zeigen die p-Azophenolaether, wie das p-Azophenetol und das p-Azoanisol

$$C_2H_3O\,.\,C_6H_4\,.\,N:N\,.\,C_6H_4\,.\,OC_2H_5 \text{ und } CH_3O\,.\,C_6H_4\,.\,N:N\,.\,C_6H_4\,.\,OCH_8$$

im Gegensatz zu den p-Azoxyphenolaethern, dem p-Azoxyphenetol und dem p-Azoxyanisol

$$C_2H_5O \,.\, C_6H_4 \underbrace{N \,.\, N}_{O} .\, C_6H_4 \,.\, OC_2H_5 \quad \text{und} \quad CH_3O \,.\, C_6H_4 \,.\, \underbrace{N \,.\, N}_{O} .\, C_6H_4 \,.\, OCH_3,$$

liquokrystalline Eigenschaften wenig oder garnicht, wohl aber treten diese hervor, sowie man etwa eine Mischung von p-Azophenetol mit p-Azoanisol herstellt. Ein andres Beispiel liefert die Anisalpropionsäure

$$CH_3 \,.\, O \,.\, C_6H_4CH : CH \,.\, CH_2 \,.\, CO_2H.$$

Wenn man die rohe Anisalpropionsäure aus Wasser umkrystallisiert, so erhält man aus den ersten Auszügen mit wenig heißem Wasser eine krystallinisch-flüssige Säure, welche anfangs für eine einheitliche Verbindung gehalten wurde, da sie auch nach wiederholtem Umkrystallisieren aus Wasser ihre Eigenschaften behielt; doch ergab sich bald, daß die Säure nur im unreinen Zustande krystallinisch-flüssig blieb und aus einer Mischung von Anissäure (Schmelzpunkt 184⁰)

$$CH_3 \,.\, O \,.\, C_6H_4 \,.\, CO_2H$$

und Anisalpropionsäure (Schmelzpunkt 154⁰) bestand, von denen jede allein nicht krystallinisch-flüssig ist. Stellt man sich durch Verreiben abgewogener Mengen der beiden Säuren Mischungen verschiedenen Gehaltes her, so findet man das Säuregemisch innerhalb weiter Grenzen krystallinisch-flüssig, am vollständigsten zwischen 65 % der einen und der andern Säure. . . . . Das krystallinisch-flüssige Gemenge hat je nach Darstellung einen variabelen Schmelzpunkt und kann dadurch leicht von einer reinen Substanz unterschieden werden.“ Weitere Versuche von Vorländer und Gahren haben zu dem Ergebnis geführt, daß das Auftreten krystallinisch-flüssiger Phasen in Gemischen nicht sehr häufig ist, und daß zu ihrer Entstehung nicht notwendig beide Komponenten „liquo-krystallinisch konstituiert“ sein müssen, sondern daß eine derartige Konstitution nur bei der einen Komponente vorliegen muß, womit jedoch nicht gesagt sein soll, daß die Konstitution der zweiten Komponente unerheblich für das Zustandekommen der Erscheinung wäre.

Die Feststellung der Tatsache, daß durch Mischung nicht liquo-krystallinischer Stoffe krystallinisch-flüssige Phasen gebildet werden können, schien für die Theorie der flüssigen Krystalle von großer Bedeutung zu werden. Das Auftreten der trüben Schmelzen hatte die Vermutung nahegelegt, daß es sich hierbei nicht um chemisch-reine homogene Stoffe, sondern vielmehr um inhomogene Gemische, um Emulsionen, handelt. Diese Ansicht, die zuerst von Quincke ausgesprochen, später, in etwas anderer Form, besonders energisch von Tammann vertreten, von Lehmann, Schenck und Vorländer ebenso energisch bekämpft worden ist, führte zunächst zur Prüfung der Frage, ob die krystallinisch-flüssige Phasen bildenden Stoffe durch irgend welche Fremdstoffe verunreinigt seien. Die zahlreichen Versuche, die sich mit der Beantwortung dieser wichtigen Frage beschäftigt haben, haben übereinstimmend das Ergebnis gehabt, daß das Vorhandensein von Verunreinigungen in keinem Falle, in dem die Prüfung mit genügender Sorgfalt vorgenommen worden ist, nachgewiesen werden konnte. Der Reindarstellung der Stoffe auf chemischem Wege hat besonders Schenck große Aufmerksamkeit gewidmet; manche Stoffe, so das p-Azoxyanisol, hat er auf verschiedenem Wege gewonnen und dadurch nachgewiesen,



daß Verunreinigungen, deren Existenz durch die besondere Methode der Herstellung bedingt sein könnte, die fraglichen Erscheinungen nicht verursachen; auch fand er, daß die typischen Phänomene, die an den liquo-krystallinen Phasen beobachtet werden, um so deutlicher hervortreten, je sorgfältiger er die Präparate reinigte. Außer chemischen Methoden stehen zur Reinigung trüber Flüssigkeiten, bei denen die Trübung durch winzig kleine feste oder flüssige in der Flüssigkeit schwimmende Teilchen verursacht wird, vor allen Dingen noch zwei physikalische Methoden zur Verfügung: Trübe Flüssigkeiten können entweder dadurch, daß man sie zentrifugiert, oder durch die sogenannte elektrische Kataphorese, d. h. dadurch, daß man einen hochgespannten elektrischen Strom durch sie hindurchgehen läßt, der die suspendierten Teilchen mit sich fortführt, geklärt werden. Alle Versuche aber, die Klärung der krystallinisch-flüssigen Phasen durch Zentrifugieren (Schenck, Coehn) oder durch Kataphorese (Coehn, Bredig und v. Schukowsky) zu erreichen, sind vollkommen negativ ausgefallen.

Nun liegt aber noch eine andere Möglichkeit vor, die zu berücksichtigen ist. Es wäre an sich nicht unmöglich, daß die liquo-krystallinen Stoffe durchaus chemisch rein sind, daß sie aber unter Zersetzung schmelzen, indem sie beim Schmelzpunkt in zwei verschiedene miteinander nicht vollständig mischbare Stoffe übergehen, die aber bei einer etwas höheren Temperatur (dem „Klärungspunkt“) vollständig mischbar werden. Ein solcher Stoff liegt im Dibromtrichlorphosphor PCl_3Br_2 vor. Die einheitlichen (festen) Krystalle dieser interessanten Verbindung schmelzen bei 35°, indem sich nicht eine, sondern zwei miteinander nicht mischbare Flüssigkeiten bilden, eine Lösung von Phosphortrichlorid in Brom und eine Lösung von Brom in Phosphortrichlorid. Erwärmt man höher, so nimmt einerseits die Löslichkeit von Brom in Phosphortrichlorid und andrerseits die von Phosphortrichlorid in Brom zu, und bei einer bestimmten Temperatur, dem kritischen Punkt, werden beide Flüssigkeiten identisch und mischen sich darum vollkommen, d. h. es tritt Klärung ein. Ähnliche Erscheinungen zeigen das Bromhydrat und das Chlorhydrat.

(Schluß folgt.)



Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1911.

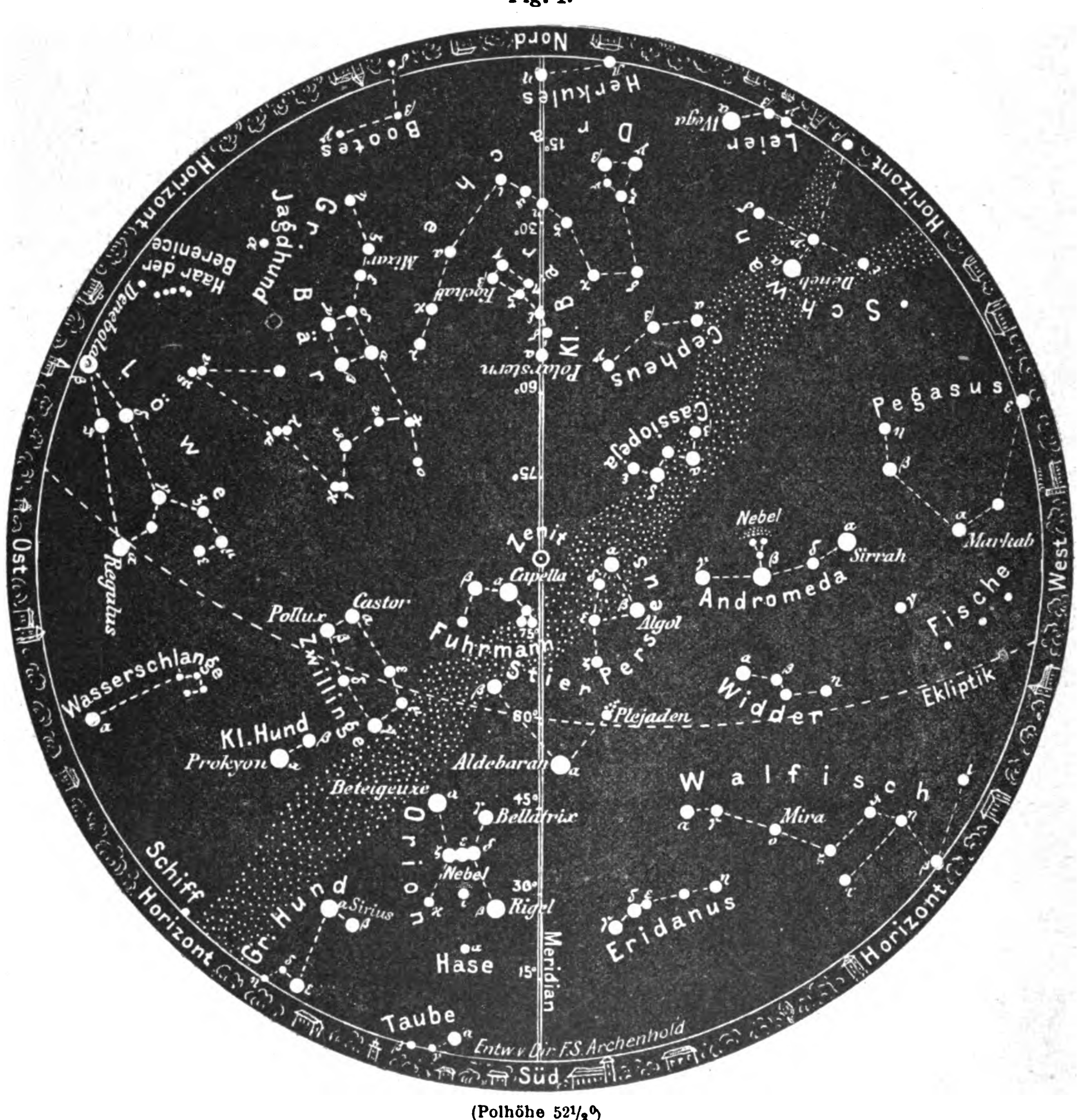
Von Dr. F. S. Archenhold.

Wir haben in dem gestirnten Himmel für Monat Dezember 1910 (Seite 35 dieses Jahrgangs) auf die große Rolle hingewiesen, die die Sonne in der Gottesidee der Wadschaggas einnimmt. Wir wollen hier, den Untersuchungen Gutmanns (Globus, Bd. 96 No. 8) folgend, ergänzend mitteilen, daß dieser Volksstamm von jedem, der leicht Eingang und Aufnahme bei allen Leuten findet, kurz der durch sein angenehmes Wesen auf den ersten Blick gefällt, sagen: „irúva ankúnda“, „Die Sonne hat ihn lieb“. In einem ihrer Lieder heißt es: „Seht die Sterne, droben bei Gott wird Recht gesprochen.“ Er sieht, wie sich die kleinen Sterne oft um einen größeren gruppieren und so denkt er an das sich ihm täglich darbietende Bild seiner Rechtsversammlungen, bei denen sich um den Häuptling die unruhige Menge der sich bekämpfenden Parteien schart. Wenn es ihnen schlecht ergeht oder wenn sie Veranlassung haben, Gottes Gunst und Hilfe besonders zu gewinnen, so bringen sie Opfer dar, stets wenn die Sonne im Zenit steht.

Diese Opferung unterscheidet sich von der, die sie ihren Ahnen darbringen, dadurch, daß das Opfertier restlos aufgezehrt werden muß. Sie sprechen hierbei nur ein kurzes Gebet: „Gott errette mich und meine Kinder!“ Während jetzt zumeist Haustiere geopfert werden, fielen auch früher Menschen zum Opfer. So wird von einem schönen Mädchen erzählt, „Gott begehrte sie zum Eigentum.“ Als das Opfer nicht gleich gebracht wurde, sandte Gott eine große Hitze und sagte: „Bevor ihr mir nicht dieses Mädchen übergebt,

Der Sternenhimmel am 1. Januar 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.



(Polhöhe $52^1/_2{}^0$)

werde ich keinen Regen bringen.“ Es ist besonders interessant, daß schließlich die Großmutter des Mädchens dasselbe rettete, indem sie ein Lamm zum Opfer brachte, das auch angenommen wurde.

In der mittleren Landschaft des Kilimandscharo findet sich auch die Meinung, daß die Häuptlinge nach ihrem Tode zur Sonne emporsteigen, während die übrigen Menschen alle unter die Erde gehen. In einem interessanten Rätselspiel heißt es von der Sonne „Sie ist Häuptling über die ganze Erde.“ Himmelsmenschen wurden auch die ersten

Europäer genannt, die den Wadschaggas zu Gesicht kamen, **Rebmann** 1848 und **Von der Decken** 1861. Obgleich man den Missionar **Rebmann** völlig ausraubte, wagte man nicht, ihn zu töten. Der Häuptling sagte: „Er ist ein Kind Gottes, tötet ihn nicht, vergießt nicht sein Blut in meinem Lande.“ Die weiße Hautfarbe und die unbekannte Herkunft rettete die ersten Europäer vor sicherem Untergang. Erst als die Wadschaggas erfuhren, daß der Weiße nicht ein Kind der Sonne, sondern ein Erdgeborener sei, wie sie, wagten sie auch, ihn zu töten.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die *Sonne* rückt im Monat Januar aus dem Sternbilde des Schützen in das des Steinbocks. Sie steigt in diesem Monat schon um $5^1/_2{}^0$ höher. Ihre Stellung im Tierkreis ist in unsre Karte 2b wiederum für den 1., 15 und 31. Januar eingezeichnet. In folgender Tabelle geben wir ihre Deklination, ihre Auf- und Untergangszeiten und ihren höchsten Stand um die Mittagszeit für Berlin wieder.

Sonne		Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Januar	1.	— 23° 5′	$8^h 19^m$ morgens	$3^h 59^m$ nachm.	$14^1/_2{}^0$
-	15.	— 21° 17′	$8^h 12^m$ -	$4^h 18^m$ -	$16^1/_4{}^0$
-	31.	— 17° 37′	$7^h 52^m$ -	$4^h 46^m$ -	20°

Der *Mond* ist für den 1., 3., 5. usw. mit seinen Phasengestalten in unsre Karten Fig. 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Jan. 8 $7^1/_4{}^h$ vormittags. Letztes Viertel: Jan. 22. $7^1/_2{}^h$ vormittags.
Vollmond: - 14. $11^1/_2{}^h$ abends. Neumond: - 30. $10^3/_4{}^h$ vormittags.

Im Monat Januar finden folgende 6 Sternbedeckungen statt:

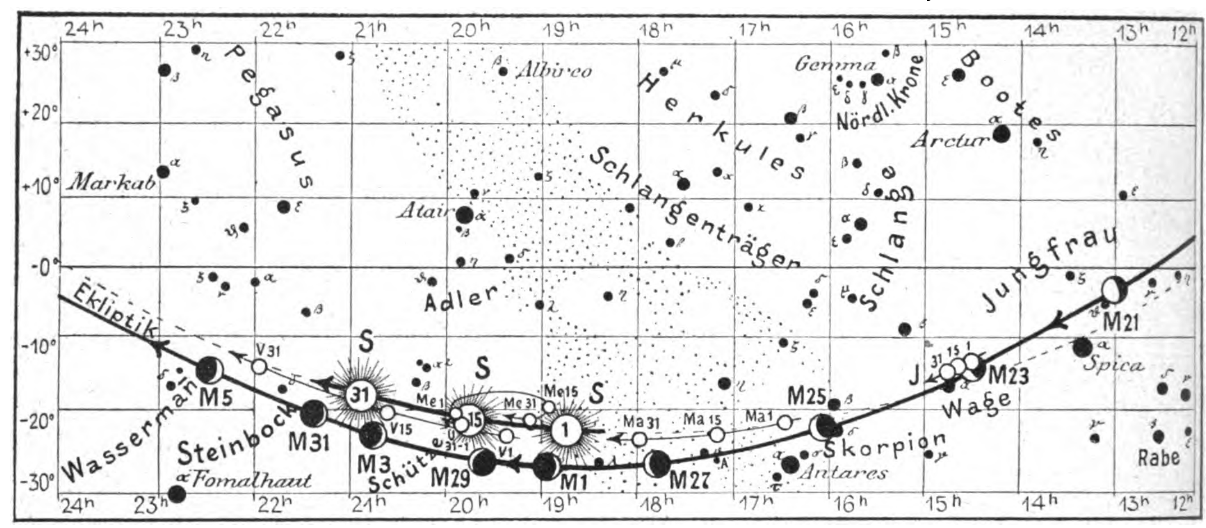
Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Jan. 8.	μ Piscium	5,0	$1^h 26^m$	+ 5° 41′	$3^h 22^m,1$ nachm.	70°	$4^h 27^m,3$	221°	Sonnenuntergang 4^h 8^m nachm.
„ 11.	13 Tauri	5,5	$3^h 37^m$	+ 19° 25′	$3^h 39^m,3$ morgens	129°	$4^h 10^m,7$	206°	Monduntergang 4^h 22^m morgens
„ 11.	υ Tauri	4,6	$4^h 21^m$	+ 22° 37′	$7^h 27^m,4$ abends	92°	$8^h 31^m,2$	225°	Mond im Merid. $9^h 8^m$ abends
„ 13.	139 Tauri	5,4	$5^h 52^m$	+ 25° 57′	$6^h 44^m,2$ morgens	88°	$7^h 30^m,2$	273°	Monduntergang 7^h 16^m morgens
„ 21.	ϑ Virginis	4,3	13^h 5^m	— 5° 4′	$1^h 52^m,9$ morgens	186°	$2^h 26^m,5$	243°	Mondaufgang $2^1/_4$ Stunden v. Eintr.
„ 26.	A Ophiuchi	5,0	$17^h 10^m$	— 26° 28′	$6^h 44^m,8$ morgens	95°	8^h $2^m,6$	298	Mondaufgang 5^h 31^m morgens

Die Planeten.

Merkur (Feld 20^h bis 19^h) steht zu Anfang des Jahres im Sternbilde des Schützen. Er kann in der zweiten Hälfte des Januar etwa $^1/_4$ Stunde lang im Südosten am Morgenhimmel gesehen werden. Am 2. Januar tritt er morgens in Konjunktion mit dem Monde und steht am 5. Januar in Sonnennähe und morgens 4 Uhr zugleich in Konjunktion mit Uranus, und zwar steht Merkur 1° 57′ nördlich von Uranus, wie wir in Feld 20^h unsrer Karte 2b sehen können. Am Abend desselben Tages tritt er noch in Konjunktion mit der Venus und steht 2° 49′ nördlich von derselben. Am 28. Januar, morgens 6 Uhr, tritt er noch einmal in Konjunktion mit dem Monde, und zwar ist er dann oberhalb der schmalen Mondsichel zu sehen.

Venus (Feld $19^1/_2{}^h$ bis 22^h) ist in den ersten Tagen des Monats nur wenige Minuten als Abendstern sichtbar, jedoch wächst die Dauer ihrer Sichtbarkeit bis Ende des Monats auf $^3/_4$ Stunden an. Sie tritt am 1. Januar in Konjunktion mit dem Monde, am 6. in

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

Konjunktion mit Uranus und zwar steht sie nur 41′ südlich von Uranus. Am 31. Januar tritt sie um 4^h nachmittags wiederum in Konjunktion mit dem Monde. Die große Dichte der sie umhüllenden Atmosphäre gestattet uns keinen Blick auf ihre Oberfläche, jedoch glaubt man, aus dem unregelmäßigen Rande, der bei der Sichelgestalt besonders deutlich hervortritt, auf die Anwesenheit hoher Berge schließen zu dürfen. In unserm großen Fernrohr ist der Anblick dieser Beleuchtungsgrenze auf der Venus noch besonders interessant durch die Dämmerungszone, die sich oft farbig grade bei schmaler Sichel der Venus besonders deutlich erkennen läßt.

Mars (Feld $16^1/_2{}^h$ bis 18^h) rückt immer mehr aus den Strahlen der Sonne heraus und geht schon 2 Stunden vor der Sonne auf, so daß die Dauer seiner Sichtbarkeit bereits auf $1^1/_2$ Stunden ansteigt. Am 26. Januar, abends 11^h tritt er in Konjunktion mit dem Monde. Er erscheint dem bloßen Auge in starkem roten Lichte. Die Beobachtungen seiner Oberfläche haben ergeben, daß er unserer Erde nicht unähnlich ist. Wie schon früher erwähnt, kommt er am 25. November 1911 in Erdnähe und seine Entfernung beträgt dann nur 76 Millionen km.

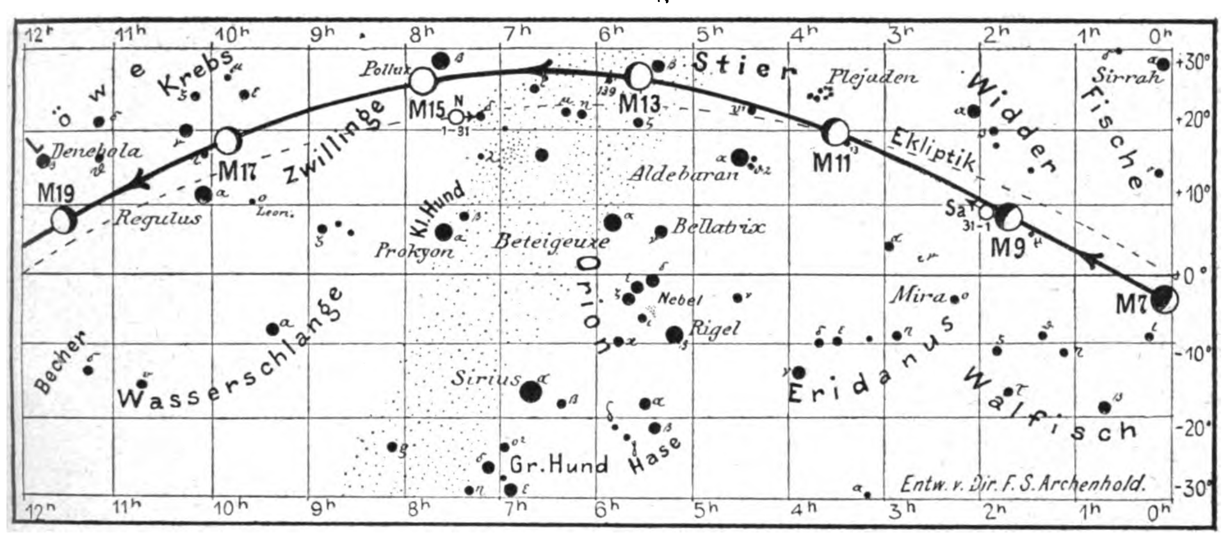
Jupiter (Feld $14^1/_2{}^h$ bis $14^3/_4{}^h$) ist zuerst 4 Stunden und zuletzt bereits $5^1/_4$ Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar. Am 23. tritt er in Konjunktion mit dem Monde, wie wir aus unsrer Karte 2b, Feld $14^1/_2$ entnehmen können. Die wolkenähnlichen parallelen Streifen, welche häufig mit hellen und dunklen Flecken durchsetzt sind, ändern recht schnell ihr Aussehen und ihre Stellung zu einander, so daß vom Jupiter nicht wie vom Mars eine Karte entworfen werden kann, sondern die Zeichnungen von Abend zu Abend ein verändertes Aussehen zeigen. Wir müssen annehmen, daß seine Oberfläche sich noch in glühendem Zustande befindet. Die Kenntnis der ihn umkreisenden Monde ist durch die Entdeckungen der letzten Jahre besonders erweitert worden. Es sind 8 Satelliten, die in wechselvollem Spiel ihren Umlauf vollführen, bekannt.

Saturn (Feld 2^h) ist zu Anfang des Monats 9 Stunden und zuletzt nur noch $6^1/_2$ Stunden lang sichtbar. Er tritt am 9. in Konjunktion mit dem Monde. Außer den 10 Monden, welche ihn in $^9/_{10}$ bis 400 Tagen umkreisen, ist er noch von einem flachen System von Ringen, die aus einer zahllosen Schar von kleinen Körperchen bestehen, umgeben. Je nach der Stellung der Erde zu der Ebene dieses Ringsystems ist dasselbe mehr oder weniger deutlich zu erkennen. In diesem Jahre ist die südliche Fläche des Ringes uns zugewandt. Der Planet hält sich während des ganzen Jahres im Sternbilde des Widders auf.

für den Monat Januar 1911.

Fig. 2a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Uranus (Feld $49^3/_4$ h) ist während des ganzen Monats wegen seines nahen Standes zur Sonne unsichtbar.

Neptun (Feld $7^1/_2$ h) ist im Monat Januar wegen seiner großen Höhe sehr günstig zu beobachten, er wird freilich nie dem bloßen Auge sichtbar, da er nur die Helligkeit eines Sternes 8. Größe erreicht. In unserem Treptower Fernrohr können wir den Planeten als eine kleine mattleuchtende Scheibe von grünlicher Färbung erkennen. Sein einziger Mond, der ihn in 5 Tagen und 21 Stunden umkreist und nur 356 000 km von ihm entfernt ist, zeigt eine rückläufige Bewegung, d h. er bewegt sich von Ost nach West um seinen Planeten herum. Auch ist die große Neigung seiner Bahnebene zum Neptunsäquator besonders auffällig.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Januar 1. 11 h vormittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 2. 1 h morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 3. 4 h nachmittags Sonne in Erdnähe.
- 5. 3 h morgens Merkur in Sonnennähe.
- 5. 4 h morgens Merkur in Konjunktion mit Uranus, Merkur 1° 57′ nördlich von Uranus.
- 5. 7 h abends Merkur in Konjunktion mit der Venus, Merkur 2° 49′ nördlich von der Venus.
- 6. 6 h morgens Venus in Konjunktion mit Uranus, Venus 41′ südlich von Uranus.
- 7. 2 h nachmittags Venus in Sonnenferne.
- 9. 6 h vormittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 11 h vormittags Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
- 11. 1 h nachmittags Neptun in Opposition zur Sonne.
- 16. 2 h nachmittags Uranus in Konjunktion mit der Sonne.
- 23. 7 h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 26. 11 h abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 6 h morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 31. 4 h nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.





Mathematische und astronomische Unterrichtskurse

von Doc. Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Im neuen Hörsaal der Treptow-Sternwarte, Treptow bei Berlin, Alt-Treptow 1

☛ Dienstags 6—7 Uhr abends. Beginn: 10. Januar 1911. ☚

Einführung in die höhere Mathematik.

Funktionentheorie und Differentialrechnung.

A. Funktionentheorie. Begriff der Funktion, ihre geometrische Darstellung. — Grenzbegriffe. — Binomischer Lehrsatz.

B. Differentialrechnung. Begriff des Differentialquotienten und der Stetigkeit. — Differentiation der verschiedenen Funktionen. — Lineare, trigonometrische und Kreisfunktionen — Differentiation von Funktionen mit zwei Veränderlichen. — Anwendungen aus der Astronomie und Physik.

Die Mathematik wird nach eigener Methode so vorgetragen, daß die praktischen Anwendungen von der ersten Stunde an zu ihrem Rechte kommen.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

*Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus **6 M.**, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc. **4,50 M.***

Astronomie für Jedermann.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Uebungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Montags 9—10 Uhr abends. Beginn: 9. Januar. ☚

Zwei kleinere Fernrohre stehen vor und nach dem Vortrage zur freien Verfügung.

1. Die Sternbilder und Anleitung zu ihrer Auffindung.
2. Sonne und Mond.
3. Unser Planetensystem.
4. Kometen und Sternschnuppen.
5. Unser Wissen von den Sternenwelten.
6. Milchstraße und Nebelgestirne.
7. Sternhaufen, veränderliche und neue Sterne.
8. Astronomie mit dem Opernglas und kleinen Fernrohren.
9. Sonnen- und Mondfinsternisse.
10. Unsere Erde als Planet.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

*Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus **5 M.**, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc. **3,50 M.***

Über die Bestimmung der Zeit und ihre Weitergabe.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Übungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Dienstags 8—9 Uhr abends. Beginn: 10. Januar. ☚

Begriff von Raum und Zeit. — Die ersten Zeitmesser. — Sonnenuhren. — Die verschiedenen Zeitarten. — Präzisionsuhren und ihre Vergleichung. — Die Erde als Uhr. — Die verschiedenen Methoden der Zeitbestimmung. — Zeitbestimmung im Luftschiff. — Die telegraphische Weitergabe der Zeit. — Normaluhren und Zentraluhren. — Die Zeitsignale von Norddeich und vom Eiffelturm mittels Wellentelegraphie. — Zukunft der Zeitverwaltung.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

*Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus **7 M.**, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc. **5,50 M.***

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow, für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 6. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1910 Dezember 15.**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Wandlungen und Ziele der Wettervoraussage.

Wilhelm Peppler, Öffentliche Wetterdienststelle Gießen.

Wenn man von den wenig erfolgreichen Bestrebungen absieht, eine Wetterprognose auf theoretischem oder statistischem Wege für lange Zeiträume, Monate oder Jahreszeiten zu begründen, beschränkt sich die moderne Wettervoraussage auf die Prognostik des recht kurzen Intervalls von 24 bis 48 Stunden; nur in Ausnahmefällen ist es möglich, mit genügender Sicherheit längere Witterungsperioden im voraus zu erkennen. Die moderne Prognostik beruht auf der synoptischen Methode, die die Witterungsverhältnisse über einem bestimmten Teil der Erdoberfläche im Zusammenhange betrachtet, indem sie eine große Zahl von Simultanbeobachtungen auf den bekannten Wetterkarten zu einem übersichtlichen Bilde vereinigt. Die Witterung an einem bestimmten Orte steht dabei immer in einem mehr oder weniger deutlichen Zusammenhange mit den Gebieten hohen und tiefen Barometerstandes, die die Witterung und ihren Wechsel als primäre Faktoren bestimmen. Die Prognose ist daher im wesentlichen eine Luftdruckprognose, indem auf Grund von Erfahrungstatsachen und einem geringen Vorrat theoretischer Hilfsmittel auf die Verlagerung der Hoch- und Tiefdruckgebiete und schließlich auf die davon abhängigen Witterungsverhältnisse geschlossen wird.

Die zu Anfang des vorigen Jahrhunderts begründete synoptische Meteorologie ist durch umfassende Untersuchungen bis zur gegenwärtigen Zeit zu einem gewissen Grad der Vollkommenheit gefördert worden, ohne daß das Problem der Wetterprognose für kurze Intervalle eine endliche Lösung gefunden hat. Auch die größte persönliche Erfahrung und praktische Kleinarbeit vermag die Grenze nicht zu überbrücken, die durch den jeweiligen Stand des gesamten meteorologischen Wissens gesetzt ist. Der weitere Ausbau der synoptischen Meteorologie hat gezeigt, daß diese Grenze bald erreicht war; die gewonnenen

Resultate der ausgedehnten und langwierigen Untersuchungen über die Wetterlagen und ihre Beziehungen zur Witterung, die meist auf statistischem Wege erfolgten, haben wohl großen theoretischen und klimatischen Wert, sind aber von geringem Nutzen für die Prognostik gewesen, was in dem Wesen der Statistik begründet ist.

Die Resultate lassen sich auf die Erkenntnis der Zugstraßen der barometrischen Minima und der Witterungs- und Luftdrucktypen reduzieren. Die Zugstraßen stellen Zonen größter Frequenz der Minima dar, die sich auf ihnen in west-östlicher oder durch die Luftdruckverteilung geänderter Richtung mit Vorliebe bewegen. Die praktische Meteorologie hat aber damit recht wenig anfangen können, da der für die Prognose daraus erwachsende Wahrscheinlichkeitswert nur wenig die Schwelle der praktischen Nutzbarkeit überschreitet. Die Zugstraßen sind eben nicht als Straßen aufzufassen, auf denen sich ausschließlich die barometrischen Minima bewegen, sondern sie stellen Zonen größter Zyklonenfrequenz dar. Im einzelnen Falle hat man keine Anhaltspunkte, welche Bahn eine Zyklone einschlagen würde, sodaß man auf den sehr einfachen Erfahrungssatz angewiesen ist, daß sich die Zyklonen im allgemeinen den Isobaren der allgemeinen Luftdruckverteilung entlang bewegen und die Temperaturverhältnisse auf der Erdoberfläche die daraus folgende Bahn in geringem Maße zu variieren bestrebt sind. Davon aber gab es zahlreiche Abweichungen, die zunächst unerklärlich blieben und zu Fehlprognosen führten. Auch hat das genauere Studium der Wetterlagen zur Genüge bewiesen, daß die die Witterung bestimmenden Faktoren nicht allein die großen Zyklonen und Antizyklonen sind, sondern daß die sekundären Isobarenformen, Teiltiefs, Druckfurchen, Hochdruckrücken usw. eine fast noch größere Rolle spielen, denn sie sind in der Regel von viel ausgeprägteren Witterungsvorgängen begleitet. Gerade die flachen Teiltiefs, die auf der Wetterkarte wenig hervortreten, bringen in Mitteleuropa oft ungewöhnliche Regenfälle und Hochwasser. Für die Prognose sind diese Tatsachen sehr ungünstig, denn die sekundären Isobarenformen entstehen rasch und oft unerwartet, sind sehr veränderlich und schlagen Bahnen ein, die schwer vorauszubestimmen sind. Man findet dabei alle möglichen Formen der Entstehung und Bewegung von Teiltiefs. Man hat sich daran gewöhnt, die Teiltiefs als sekundäre Wirbel der Hauptzyklone aufzufassen, die sich in dem Luftstrom der letzteren wie Wellen bewegen und ihr Zentrum teilweise umkreisen, eine Form, in der sie auch nicht selten auftreten. Aber von größerer Bedeutung sind die sekundären Zyklonen, die in keiner Abhängigkeit von einer Hauptzyklone stehen; offenbar sind hier mächtigere äußere Faktoren in der freien Atmosphäre wirksam. Zahlreiche Teiltiefs entstehen als harmlose Ausläufer einer großen Zyklone, und bilden sich in wenigen Stunden zu gewaltigen Stürmen aus, während die Zyklone selber erlischt. Hier ließe sich eine ganze Reihe anderer Probleme andeuten, die darauf hinweisen, daß zahlreiche noch unbekannte Faktoren wirksam sein müssen, die scheinbar ohne jede Gesetzmäßigkeit schalten. Der praktische Meteorologe weiß, daß darin zum größten Teil die Gründe dafür zu suchen sind, daß unsere Prognose mit kaum mehr als 80 % Treffsicherheit rechnen kann.

Wenn es bis heute auf Grund der Wetterkarte schwer ist, die genaue Bahn einer Zyklone nach bestimmten Erfahrungssätzen vorauszubestimmen, so ist dies noch viel weniger auf theoretischem Wege möglich. Alle die Beziehungen, die man zwischen der Bewegung der Zyklonen und den Temperatur-

und Luftdruckverhältnissen an der Erdoberfläche gefunden hat, besitzen sehr geringen prognostischen Wert, und noch vergeblicher sind heute die Bestrebungen, das Problem der Wettervoraussage mathematisch anzufassen. Wir kennen die Faktoren, die in diese Rechnung eingehen, kaum.

Bei Beurteilung der modernen Wetterprognostik darf man nicht vergessen, daß dem praktischen Meteorologen eine eigentümliche Gesetzmäßigkeit der Witterungsverhältnisse zur Seite steht, deren genaue Kenntnis die Voraussage erleichtert. Es ist dies die deutlich ausgeprägte Erhaltungstendenz der Witterung. Wer blindlings im Vertrauen darauf prognostizieren würde, hätte schon eine Treffsicherheit von ca. 70 %. Alle Witterungsumschläge würden ihm dabei freilich entgehen. Diese Art zu prophezeien ist natürlich keine Wettervoraussage. Aber es steckt in jeder Prognose, sowohl der auf lokale Anzeichen gegründeten des Landmannes, wie der des geschulten wissenschaftlichen Prognostikers ein Rest von blindem Vertrauen auf das Gesetz der Erhaltungstendenz, der um so größer ist, je weniger Erfahrung und wissenschaftliche Gründlichkeit der Wetterprognostiker besitzt.

Trotzdem hat das wissenschaftliche Studium dieser Erhaltungstendenz der Witterung die Prognostik gefördert. Bei bestimmten Wetterlagen ermöglicht oft die Kenntnis der für Witterungsperioden längerer Dauer charakteristischen Anzeichen eine Prognose auf mehrere Tage; ihre Treffsicherheit ist, wenn die Voraussage nur in sicheren Fällen gestellt wird, ebenso groß wie die der täglichen Wetterprognose. Es ist eben viel leichter, die Fortdauer einer bestimmten Witterung richtig vorauszuerkennen als einen Wettersturz. Doch gehört in allen Fällen für eine solche Prognose für mehrere Tage eine lange Erfahrung und große Kenntnis der Wetterlagen, und der Anfänger in der praktischen Meteorologie ist daher allzuoft gezwungen, Prognosen ins Blaue hinein aufzustellen.

Die Methode der Voraussage selber hat sich nur wenig geändert, und es ist in der synoptischen Meteorologie vielfach eine Stagnation eingetreten. Bei dem ständigen Gebrauch der Wetterkarte hat man teilweise vergessen, daß sie nur die Witterungszustände am Grund des Luftmeeres und nur die zu einem bestimmten Zeitpunkt fixierten darstellt. Die Beachtung gerade dieser beiden Gesichtspunkte ist aber sehr notwendig, um die Wetterprognostik vorwärts zu bringen. Der praktische Meteorologe hat sich daran gewöhnt, die Tief- und Hochdruckgebiete als fertige, wirbelähnliche Gebilde anzusehen, die mit einer gewissen Konstanz sich bilden und bewegen, und er gründet darauf seine Prognose. Dabei übersieht er aber fast völlig die zeitlichen Änderungen der Wetterlagen. Um die Mängel der im Laufe der Jahre schematisierten Prognosenmethode zu beseitigen, bedurfte es entweder neuer besserer Methoden oder neuer Anregungen von Seiten der Theorie und der mittlerweile stark aufgeblühten Meteorologie der freien Atmosphäre. Auf jedem der drei Prinzipien sind Anzeichen dafür vorhanden, daß sie die Wettervoraussage erheblich zu fördern vermögen.

Der erste merkbare Schritt in der Verbesserung der Prognostik wurde von der Praxis selbst getan, und zwar durch das methodische Studium der Änderungstendenz der Wetterlagen, besonders erwies sich die Differentiation des Luftdrucks erfolgreich, die sowohl in mathematischer wie in synoptischer Form Gegenstand interessanter Untersuchungen wurde. Zum erstenmale hat der russische Meteorologe P. Brounow im Jahre 1878 auf die Beziehungen auf-

merksam gemacht, die zwischen der Bahn der barometrischen Minima und den Gebieten fallenden und steigenden Barometers bestehen und ihren Wert für die Prognose erkannt. Seine Studien gerieten aber in Vergessenheit, da man damit nichts anzufangen wußte. Neuerdings ist aber die Änderungstendenz des Luftdrucks, besonders von N. Ekholm und dem Verfasser wieder für die Wettervoraussage bearbeitet worden.

Wenn man auf eine Wetterkarte nicht die jeweiligen Barometerstände, sondern die Luftdruckänderungen, etwa seit den letzten 12 Stunden, aufträgt, erhält man Linien und Gebiete größter Barometeränderung, die von ersteren umschlossen werden, ähnlich den Isobaren und den Hoch- und Tiefdruckgebieten.

Man unterscheidet auf der Karte dann immer Gebiete, über denen das Barometer gesunken, und solche, über denen es gestiegen ist. Diese barometrischen Fall- und Steigegebiete führen ähnliche Verlagerungen und Bewegungen aus wie die Zyklonen; wie diese ziehen sie vorwiegend in westöstlicher Richtung. Es spricht sich so bei den meisten Wetterlagen deutlich aus, daß der Verlauf der atmosphärischen Störung ein wellenartiger[1]) ist, indem mit großer Regelmäßigkeit barometrischer Wellenberg (Steigegebiet des Luftdrucks) und Wellental (Fallgebiet des Luftdrucks) aufeinanderfolgen. Diese Verhältnisse sind am besten ausgeprägt bei den großen zyklonalen Witterungsperioden der kalten Jahreszeit, wenn der Luftdruck von niederen nach höheren Breiten abnimmt. Dann wandern mit außerordentlicher Geschwindigkeit die Luftdruckwellen im Isobarenfelde von Westen nach Osten und sind von tiefen Zyklonen gefolgt. Aber auch bei ruhigem Hochdruckwetter über Deutschland sind fast immer solche Wellenzüge des Luftdruckes zu beobachten, die rasch vorüberziehen, oft ohne jede Störung der Witterung. Die Vorgänge, die sich beim Vorübergang eines barometrischen Fallgebietes in der Wetterlage abspielen, sind derart, daß das Fallgebiet der Zyklone unmittelbar vorauseilt, sie aber meist nach einer bestimmten Zeit hinter sich zurückläßt. Im Rücken der Zyklone folgt das Steigegebiet, das meist von einem rasch wandernden Hochdruckrücken begleitet ist. Der prognostische Wert liegt darin, daß die Luftdruckwellen die die Wetterlage beherrschenden Faktoren sind und viel eindeutiger sich bestimmen lassen. Es hat sich herausgestellt, daß der größte Teil der Teiltiefs und sekundären Zyklonen von rasch wandernden Luftdruckwellen erzeugt wird, und gerade dadurch ist die Prognostik gefördert worden; außerdem werden zahlreiche Wetterlagen erst verständlich, wenn man sie an der Hand der zugehörigen Luftdruckwellen untersucht. Die interessanten Wetterlagen, wo flache Teiltiefs sich zu mächtigen Stürmen entwickeln oder Sturmwirbel sich rasch verflachen, finden leicht in dem Verhalten der Druckwellen ihre Deutung. Auch die Prognostik der Gewitter wird dadurch gefördert, denn ein großer Teil derselben entsteht nicht ausschließlich durch die örtlichen thermischen Verhältnisse, sondern der Impuls zur Gewitterbildung wird meist durch flache Luftdruckwellen gegeben, die vom Ozean gegen das Festland wandern. Es ist unmöglich, ausführlich auf die Förderung einzugehen, die die praktische Meteorologie durch die beschriebene Methode erfahren hat. Zumal da dieses Forschungsgebiet noch nicht abgeschlossen ist. Es dürfte Aussicht vorhanden

[1]) Ohne hier und im nachfolgenden die Luftdruck- und Temperaturwellen als Wellen in rein physikalischem Sinne definieren zu wollen.



sein, aus den zeitlichen Druckänderungen Gesetze herauszuschälen, die auch die Prognostik für längere Zeiträume fördern. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß die Luftdruckwellen eine sehr allgemeine Erscheinung in der Atmosphäre sind und daß sie eine bestimmte Rolle in der Zirkulation des Luftmeeres spielen. Dafür spricht die überraschende Übereinstimmung der Luftdruckwellen in den höheren Breiten der Nord- und Südhalbkugel. Jedenfalls sind die Luftdruckwellen der Ausdruck einer Störungsform der Atmosphäre, in der sich vielleicht wertvolle Perioden auffinden lassen.

Die in der praktischen Meteorologie seit längerer Zeit mit prognostischem Erfolg angewandte Methode der Luftdruckwellen hat neuerdings auch eine thermodynamische Begründung gefunden. Bei dem Studium der Thermik der Zyklonen und Anticyklonen war man darauf aufmerksam geworden, daß man zwischen kalten und warmen Zyklonen und Anticyklonen wohl unterscheiden muß. Seither hatte man angenommen, daß der Luftkörper der Antikyklonen überhaupt wärmer sei als der der Zyklonen. Doch haben die neueren Untersuchungen gelehrt, daß dies nur für die großen stationären Antizyklonen, die man zum Unterschied dynamische nennen könnte, gilt; in ihnen werden die aus höheren Schichten herabziehenden Luftmassen dynamisch erwärmt. Anderseits kann in stationären Zyklonen der Luftkörper relativ kalt sein. Fundamental unterscheiden sich davon die rasch wandernden Zyklonen und Antizyklonen. Der Luftkörper der ersteren ist relativ warm, der der letzteren relativ kalt, oder mit andern Worten, die beweglichen Zyklonen setzen sich aus warmen, die beweglichen Antizyklonen aus kalten Luftströmen zusammen. Man nähert sich damit wieder etwas der alten Doveschen Ansicht, die lange Zeit für überwunden galt. Dove erklärte die atmosphärischen Störungen im wesentlichen aus dem Kampf horizontaler Polar- und Äquatorialströmungen.

Diese fundamentalen Unterschiede zwischen den beweglichen und stationären Luftdruckformen zwingen dazu, auf die Beziehungen einzugehen, die zwischen den Temperaturverhältnissen der freien Atmosphäre und den Luftdruckwellen an der Erdoberfläche bestehen. Es ist ohne weiteres klar, daß jede stärkere Druckänderung, die am Erdboden beobachtet wird, durch eine entsprechende Änderung der Temperatur in den darüberlagernden Luftschichten zustande kommt. Sinkt die Temperatur einer Luftsäule über einem Punkt der Erdoberfläche, so muß hier der Luftdruck steigen, fällt sie, so muß der Luftdruck sinken, oder mit andern Worten, unter vorüberziehenden kalten Luftströmen sinkt das Barometer, unter warmen steigt es. Daß diese Verhältnisse tatsächlich in der Atmosphäre bestehen, hat zuerst Ekholm nachgewiesen. Er fand, daß die an der Erdoberfläche beobachteten Luftdruckwellen von Temperaturwellen in der freien Atmosphäre begleitet wurden. Neuerdings hat Trabert diese Beziehungen eingehend an Hand der aerologischen Beobachtungen des Lindenberger aeronautischen Observatoriums untersucht. Dadurch ist eine neue Grundlage für das Studium der synoptischen Meteorologie und der Physik der freien Atmosphäre geschaffen. Dabei wird natürlich die Wetterkarte immer als Unterlage dienen müssen, auf die man die in der freien Atmosphäre herrschenden Verhältnisse bezieht.

Freilich ist zunächst die Zahl der aerologischen Stationen, die die Witterungsverhältnisse in der freien Atmosphäre erforschen, noch zu gering. Im Deutschen Reiche sind im Augenblick deren vier vorhanden: Lindenberg bei Berlin, Großborstel bei Hamburg, Straßburg i. E. und Friedrichshafen, außer

einigen wenigen andern Einrichtungen, die noch keine vollwertigen aerologischen Stationen zu nennen sind. Täglich werden an den erwähnten Stationen aerologische Sondierungen der freien Atmosphäre mit Drachen oder Fesselballons ausgeführt. Die Beobachtungen geben über Temperatur, Feuchtigkeits- und Windverhältnisse in verschiedenen Höhen Aufschluß. Aber sie vermögen nur die unteren Schichten, im Maximum bis 5000 m Höhe, zu erforschen. Ein täglicher Wetternachrichtendienst würde sich also auf die untersten, im Maximum bis 5000 m reichenden Luftschichten, erstrecken. Für die Erforschung größerer Höhen kommen nur die Registrierballons in Betracht, deren Resultate erst nachträglich verwendbar sind, und allenfalls Sondierungen mit kleinen mit Wasserstoff gefüllten Gummiballons. Aber diese geben nur über die Windrichtung und Stärke und nicht über die so wichtigen Temperaturverhältnisse Aufschluß, und sind nur bei klarem Wetter möglich. Man hat von meteorologischer Seite schon mehrmals vorgeschlagen, ständige Pilotstationen in größerer Zahl, 20 bis 30, einzurichten, die jeden Morgen die Luftströmungen der freien Atmosphäre sondieren und ihre Resultate an die Wetterdienststellen übersenden. Da die Pilotmethode recht einfach und billig ist, würden der Durchführung des Planes keine unüberwindlichen Schwierigkeiten im Wege stehen. Zahlreiche simultane über ganz Deutschland verteilte Pilotbeobachtungen wären sehr wohl im Stande, unsere Wetterkarten in der Vertikalen zu ergänzen und ein rohes Bild über die Luftdruckverteilung in den verschiedenen Niveaus zu geben. Da die Winde in der freien Atmosphäre ungefähr den Isobaren entlang wehen, geben die Windrichtungen der verschiedenen Stationen ein Bild der Luftdruckverteilung. Ohne Zweifel wäre für die Prognose schon dadurch manches gewonnen, aber man darf den Wert der Pilotstationen für die Wettervoraussage nicht überschätzen. Wir wissen bis jetzt recht wenig über die Beziehungen zwischen dem Oben und Unten in der Atmosphäre, und es bedürfte erst langer Erfahrung und grundlegender Untersuchungen über die Beziehungen der Wetterlagen zu der Meteorologie der freien Atmosphäre. Es müssen erst Gesetzmäßigkeiten und theoretische Grundlagen hier geschaffen werden. Erst dann wird die Prognose nennenswerten Vorteil von der Aerologie haben. Aber jedenfalls liegt hier die Zukunft der Wetterprognose.

Hier eröffnet sich ein großes Arbeitsgebiet, eine völlige Neuwertung der synoptischen Meteorologie. Diese Arbeiten würden natürlich am vorteilhaftesten von den Wetterdienststellen und den dort arbeitenden Meteorologen geleitet, die durch die stetige Übung mit den Wetterlagen am besten vertraut sind. Zur Verwirklichung dieser Ideen bedarf es in erster Linie eines geeigneten Ausbaus der Wetterdienststellen; es müssen ihnen die Forschungsergebnisse der Wissenschaft zugänglich gemacht und zahlreichere wissenschaftliche Arbeitskräfte zur Verfügung gestellt werden. Es wäre im Interesse des Fortschrittes der Prognostik sehr zu bedauern, wenn die Dienststellen des öffentlichen Wetterdienstes zu Wetterkarten-Geschäftsstellen und popularisierenden Instituten herabsänken, deren Energie der praktische Betrieb völlig absorbiert; sie müssen selber die Möglichkeit haben, wissenschaftlich zu forschen, damit ihre eigenen Forschungsergebnisse und die Resultate der theoretischen und methodischen Meteorologie dauernd verschmelzen. Das ist nur möglich, wenn sich die Regierungen der Bundesstaaten endlich entschließen, den Wetterdienst zu stabilisieren und ihn stärker zu fördern, als dies bisher geschehen ist.



Einiges von den flüssigen Krystallen.

Von Werner Mecklenburg.

(Schluß.)

Feine Emulsionen, mögen sie nun auf dem üblichen mechanischen Wege oder chemisch durch Schmelzen wohldefinierter reiner Verbindungen, wie dem Dibromtrichlorphosphor, gewonnen sein, zeigen in der Tat manche Analogien zu den Erscheinungen, die bei den flüssigen Krystallen beobachtet worden sind. So besitzen sie die Fähigkeit, das Licht zu polarisieren; auch lassen sie unter Umständen Pleochroismus erkennen. Andrerseits aber kann man bei ihnen doch keineswegs alle die Beobachtungen, besonders nicht die komplizierten optischen Beobachtungen wiederfinden, die an den liquo-krystallinen und auch an den gewöhnlichen festen Krystallen gemacht worden sind. Die Entstehung liquo-krystalliner Stoffe durch Mischung nicht-liquo-krystalliner Verbindungen, von der weiter oben berichtet worden ist, kann auch nicht zugunsten der Emulsionstheorie angeführt werden, da zunächst erst nachgewiesen werden müßte, daß es sich bei ihnen tatsächlich um Emulsionen handelt. Andrerseits kann das Auftreten der flüssigen Krystalle unter diesen Bedingungen darum nicht so sehr überraschen, weil in ihnen an sich äußerst wenig beständige polymorphe Modifikationen des betreffenden Stoffes vorliegen, und auch sonst vielfach beobachtet worden ist, daß an sich sehr unbeständige oder überhaupt nicht existenzfähige Krystallformen durch Hinzufügung von gewissen Beimengungen beständig werden, und weil gerade die flüssigen Krystalle ein großes Lösungsvermögen für andere Krystalle, eine starke Tendenz zur Bildung von Mischkrystallen besitzen. Kurz, nach Ansicht des Berichterstatters ist die Emulsionstheorie der flüssigen Krystalle bis jetzt nicht nur nicht genügend begründet, sondern sie ist nach dem Gesagten nicht einmal imstande, die an den flüssigen Krystallen beobachteten Erscheinungen zu erklären. Sie muß also bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse als unzulänglich abgelehnt werden. Ob sie, weiter ausgebildet, bessere Dienste wird leisten können, mag dahingestellt bleiben.

Die der Emulsionstheorie gegenüberstehende Theorie legt den Hauptwert auf die Analogie der Erscheinungen bei festen und flüssigen Krystallen: „Alle wesentlichen Kennzeichen der festen Krystalle“, so faßt Vorländer die Ergebnisse seiner Arbeiten zusammen, „starke Doppelbrechung, schwarze Kreuze, Achsenbilder, Pleochroismus, Wachstum, Gestalt und Auslöschungsrichtung (Auftreten von Ätzfiguren; Referent) sind bei den flüssigen Krystallen vorhanden, fehlen aber (wenigstens zum Teil; Referent) den Emulsionen.“ Die innere Struktur der vollständig flüssigen Krystalle, der Krystalltropfen, ist ihrem Wesen nach gleichwertig mit der Struktur der gewöhnlichen starren Krystalle. Zwischen beiden Erscheinungsformen der krystallisierten Materie, den starren und den flüssigen Krystallen, die, sobald sie einen bemerkenswerten Grad von Weichheit haben, als fließende Krystalle bezeichnet werden, existieren alle möglichen Übergänge. Gerade die Existenz von Übergängen ist im Sinne dieser Theorie durchaus verständlich, während sie der Emulsionstheorie darum große Schwierigkeiten bereitet, weil sie sie zur Errichtung einer Scheidewand dort zwingt, wo in der Natur keine ist.

Die Freunde der Emulsionstheorie haben den Einwand erhoben, daß eine vollkommen homogene reine chemische Substanz im flüssigen Zustande ganz

klar durchsichtig sein müsse, daß also die trüben Schmelzen der flüssigen Krystalle nicht durchaus homogen sein könnten; die Trübheit der Schmelzen bildete für die Emulsionstheorie den Ausgangspunkt und die stärkste Stütze. Nun war allerdings bis zur Entdeckung der liquo-krystallinen Stoffe die klare Durchsichtigkeit chemisch reiner Flüssigkeiten eine selbstverständliche, ja fast dogmatische Forderung, die aber doch den neuartigen Tatsachen gegenüber nicht aufrecht erhalten werden kann. Eine liquo-krystalline Schmelze ist als ein Aggregat von einzelnen liquo-krystallinen Krystallen anzusehen. Die einzelnen liquo-krystallinen Krystalle, die Krystalltropfen, sind, wie Lehmann durch ihre Isolierung gezeigt hat, vollkommen klar und homogen. Ein Aggregat von diesen Krystalltropfen aber muß trübe erscheinen, weil die verschiedenen Krystalltropfen nicht schön geordnet nebeneinander, sondern wirr durcheinander liegen, sodaß das Licht auf seinem Wege durch das Aggregat Partien von wechselndem Brechungsexponenten passieren muß und dadurch innerhalb des Aggregats eine Reflexion erleidet. Demnach ist also die Trübung der krystallinisch-flüssigen Phasen nur auf ihre unregelmäßige Anordnung zurückzuführen, und darum müßte, falls es gelänge, die einzelnen Krystalle parallel zu richten, die Schmelze klar werden. Dies Experimentum crucis ist nun in der Tat von Vorländer ausgeführt worden: „Durch gelindes Hin- und Herschieben des Deckglases kann man die flüssigen Stäbchen vieler Ester, z. B. Anisalaminozimtsäureester und Aethoxybenzalaminozimtsäureester, parallel stellen und aufrichten, und dadurch die trüben Flüssigkeiten in klare Flüssigkeiten verwandeln.“ In derartig künstlich geklärten liquo-krystallinen Flüssigkeiten sind die einzelnen Krystalle so gestellt, daß ihre optischen Axen, in deren Richtung bekanntlich keine Doppelbrechung auftritt, senkrecht zu Objektträger und Deckgläschen stehen, sodaß die Flüssigkeit keine Doppelbrechung mehr zeigt, also nicht mehr anisotrop, sondern isotrop erscheint. Diese künstliche Isotropie wird von Lehmann als „Pseudoisotropie“ bezeichnet.[1])

Wie weit in einem Aggregat flüssiger Krystalle die Individualität der einzelnen Krystalle erhalten ist, läßt sich aus den bisherigen Beobachtungen nicht mit Sicherheit erschließen. Es erscheint jedoch zweifellos, daß, da die Starrheit, die bei den festen Krystallen die Erhaltung der Individualität in hohem Maße begünstigt, hier fehlt, der Einfluß der von den Nachbarkrystallen und allgemein von der Umgebung ausgehenden Störungen ziemlich weitgeht, so daß die Auffassung eines Aggregats flüssiger Krystalle als eines Gemenges von mehr oder minder gut ausgebildeten Individuen mit einer amorphen Masse ungeordneter Moleküle der Wirklichkeit vielleicht nahe kommen dürfte.

Diese Idee ist in allgemeiner Weise von E. Bose entwickelt worden. Während in der üblichen kinetischen Theorie der Wärme die Moleküle als Kugeln angesehen werden, geht Bose, indem er sich auf die Entdeckung Vorländers vom Zusammenhange zwischen der Bildung liquo-krystallischer Phasen und der chemischen Konstitution stützt, von der Voraussetzung aus, daß die Moleküle nicht Kugeln, sondern langgestreckte Gebilde, in einfachster Form zweiachsiger Rotationsellipsoide, darstellen. In ihnen sind also nicht mehr wie bei den kugelförmigen Molekülen alle Richtungen gleichwertig, son-

[1]) Daß die Gebilde tatsächlich doch anisotrop sind, läßt sich durch Beobachtung im konvergenten polarisierten Licht nachweisen.



dern eine Richtung erweist sich als bevorzugt. Ist nun die Entfernung der Mittelpunkte der einzelnen Moleküle von einander kleiner, als der halben Längsachse des Ellipsoides entspricht, so können sich die Moleküle nicht mehr frei bewegen, sondern hindern sich gegenseitig, und ihre Längsachsen werden annähernd parallele Richtung annehmen. Alle Moleküle mit parallelen Längsachsen bilden einen Molekülschwarm. Treten derartige Molekülschwärme in einer Flüssigkeit auf, so verliert die Flüssigkeit ihre homogene und isotrope Struktur und nimmt eine anisotrope Struktur an, sie wird zur krystallinischen Flüssigkeit. Der Klärungspunkt wäre nach dieser Auffassung als die Temperaturgrenze anzusehen, oberhalb deren die Molekülschwärme unbeständig sind. Ob und inwieweit diese Theorie ohne allzu viele Hilfshypothesen den Erscheinungen gerecht werden wird, läßt sich zurzeit nicht mit Sicherheit entscheiden; dem Berichterstatter scheint es aber keineswegs ausgeschlossen zu sein, daß sie für das Verständnis der krystallinischen Flüssigkeiten größere Bedeutung gewinnen wird.

Zum Schluß mögen noch einige Worte über die Frage gesagt werden, ob denn die einzelnen flüssigen Krystalle, die Krystalltropfen, wirklich noch die Bezeichnung „Krystalle“ verdienen. Zu ihrer Beantwortung müssen wir nun vor allen Dingen die Definition eines Krystalles in die Erinnerung zurückrufen. Ein Krystall ist ein Körper, dessen von der chemischen Natur abhängige Eigenschaften ganz oder teilweise eine Funktion der Richtung sind. Diese Definition gilt zweifellos auch für die flüssigen Krystalle, wenn wir von der sekundären Wirkung absehen, die die Oberflächenspannung auf die Gebilde ausübt. Sehen wir aber von dieser sekundären Wirkung nicht ab, berücksichtigen wir also die Erscheinung, daß der Krystall in der Nähe seiner Oberfläche deformiert wird, sodaß seine Eigenschaften nicht allein mehr von der Richtung, sondern auch von der Entfernung der in Frage kommenden Teile von der Oberfläche abhängen, so werden wir für einen flüssigen Krystall, sofern wir streng urteilen, die Bezeichnung Krystall nicht mehr gelten lassen. Daher empfiehlt es sich vielleicht, die liquo-krystallinen Gebilde nach einem Vorschlage von Riecke als „anisotrope Flüssigkeiten“ zu bezeichnen, wobei man sich jedoch stets vergegenwärtigen muß, daß zwischen den gewöhnlichen festen Krystallen und den am leichtesten beweglichen anisotropen Flüssigkeiten ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, daß Übergangsformen zwischen ihnen existieren, die das Ziehen einer Grenzlinie unmöglich machen, denn die Anisotropie beruht in allen diesen Fällen auf einer inneren, als Funktion der chemischen Zusammensetzung auftretenden eigentümlichen Struktur. Verfolgen wir diesen Gedanken, zu dem uns das Studium der flüssigen Krystalle geführt hat, weiter, so gelangen wir in konsequenter Weise zu einer neuen Einteilung der Zustände, in denen die Materie erscheinen kann, indem wir in der früher gegebenen Einteilung den Begriff „krystallisiert“, durch den etwas weiteren Begriff „anisotrop“, dieses Wort im weitesten Sinne, also nicht etwa nur im optischen Sinne genommen, und den Begriff „amorph“ durch den Begriff „isotrop“ ersetzen. Die weitere Einteilung würde dann so zu geschehen haben, daß man bei den anisotropen Stoffen zunächst die verschiedenen Krystallsysteme, zwischen denen Übergänge nicht bekannt sind, unterscheidet, und innerhalb jedes einzelnen Krystallsystems die Stoffe nach dem Flüssigkeitsgrade anordnet. Die isotropen Stoffe werden nur nach ihrer Beweglichkeit oder Fluidität aneinander gereiht.

Es ist aber noch ein anderer Gesichtspunkt möglich, der nach Ansicht des Berichterstatters den realen Tatsachen am besten gerecht wird. Die Betrachtungen über die Aggregate flüssiger Krystalle hatten uns zu der Auffassung geführt, daß die krystallinischen Flüssigkeiten aus anisotropen Komplexen bestehen, zwischen denen sich Moleküle von geringerer Regelmäßigkeit in der Anordnung befinden. Bei den Aggregaten fester Krystalle sind alle Moleküle geordnet, bei den fließenden Krystallen ist die Anordnung der zwischen den einzelnen Krystallzentren befindlichen Moleküle weniger streng, und noch weniger Ordnung herrscht bei den Aggregaten der eigentlichen flüssigen Krystalle. Ob wir bei diesen letzten bereits bei dem geringen Grade von Ordnung angelangt sind, den Bose in seiner Theorie der Molekülschwärme für die krystallinischen Flüssigkeiten annimmt, mag dahingestellt sein, jedenfalls muß die Möglichkeit durchaus zugegeben werden, daß es von den flüssigen Krystallen bis zu den amorphen Flüssigkeiten mit dauernd abnehmender Tendenz zur Ausbildung strenger Molekülanordnungen über immer labiler werdende Molekülschwärme hinweg alle möglichen Übergänge gibt, d. h. daß ein prinzipieller Gegensatz zwischen anisotropen und isotropen Stoffen in der Natur tatsächlich nicht existiert. Diese Auffassung läßt sich auch strenger und freier von hypothetischen Voraussetzungen allgemein energetisch oder thermodynamisch ableiten, indem man neben den Begriff der chemischen Affinität, die bekanntlich durch die maximale Arbeit gemessen wird, die der chemische Vorgang zu leisten vermag, den Begriff der Krystallaffinität stellt und die Krystallaffinität durch die maximale Arbeit mißt, die bei dem isothermen Übergange des amorphen in den krystallisierten Stoff geleistet werden kann. Gerade so, wie nun die chemische Affinität vom Werte Null bis zu sehr hohen Werten steigen kann, müssen wir auch für die Krystallaffinität zwischen den hohen Werten, wie sie bei den festen Krystallen in Frage kommen, und dem Werte Null alle Zwischenwerte als möglich annehmen. Demnach wären die Zustände der Materie ganz anders einzuteilen. Die prinzipielle Unterscheidung zwischen isotropen und anisotropen Stoffen würde fortfallen und die Einteilung nur nach den einzelnen Krystallsystemen, zwischen denen direkte Übergänge bis jetzt nicht bekannt sind, geschehen; innerhalb der einzelnen Krystallsysteme würde als Einteilungsgrund die Krystallaffinität dienen. Wir kämen also zu folgender, für jedes einzelne Krystallsystem geltenden Reihe:

Fester Krystall → fließender Krystall → flüssiger Krystall → amorphe Flüssigkeit,

zwischen deren einzelnen Gliedern alle möglichen Übergänge anzunehmen sind.

Wie dem auch sei: nach Ansicht des Berichterstatters ist für die Lehre von den Krystallen die bisher kaum noch in Angriff genommene Messung der Krystallaffinität in dem oben definierten Sinne die wichtigste Aufgabe der Zukunft. Von ihrer Lösung können wir die größten Fortschritte in der Erkenntnis der Natur mit Sicherheit erwarten.

* * *

Die Literatur über die flüssigen Krystalle ist außerordentlich reich. An erster Stelle ist hier die wundervoll ausgestattete Monographie von

O. Lehmann: Flüssige Krystalle sowie Elastizität von Krystallen im allgemeinen, molekulare Umlagerungen und Aggregatszustandsänderungen, Leipzig 1904,

zu nennen, ein Werk, das eine sehr reiche, in Ermangelung eines alphabetischen Sachregisters aber unübersehbare Fülle von Einzelheiten enthält und für jeden, der sich für die Probleme der Krystallbildung interessiert, unentbehrlich ist.

Eine Ergänzung des Lehmann'schen Werkes mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Seite stellt das Werk von

R. Schenck: Krystallinische Flüssigkeiten und flüssige Krystalle, Leipzig 1905,

dar, in der vor allen Dingen die Originalarbeiten des Verfassers und seiner Schüler, aber der Vollständigkeit wegen auch die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen von Lehmann u. a. zusammengefaßt sind. Eine neuere zusammenfassende Darstellung hat Schenck vor einiger Zeit unter dem Titel „Bericht über die neueren Untersuchungen der krystallinischen Flüssigkeiten" im Jahrb. d. Rad. u. Elektronik, Bd. VI, S. 572 bis 639, publiziert.

Eine wertvolle Übersicht, in der der Hauptwert auf die Chemie der liquokrystallinen Stoffegelegt ist, verdanken wir

D. Vorländer: Krystallinisch-flüssige Substanzen. Stuttgart 1908.

Außer diesen zusammenfassenden Arbeiten liegen sehr viele Originalarbeiten vor, die in der Hauptsache während der letzten 10 Jahre in den Annalen der Physik, in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, in der Zeitschrift für physikalische Chemie und in der Physikalischen Zeitschrift veröffentlicht sind. Referate über jede einzelne Arbeit findet man im Chemischen Centralblatt.



Neuer Ellipsograph.

(D. R. P. 218013.)

Ellipsograph oder Ellipsenzirkel nennen wir ein Instrument zum Zeichnen von Ellipsen, deren Größe und Achsenverhältnis innerhalb gewisser Grenzen beliebig ist.

Die mathematischen Gesetze, auf denen die Konstruktion dieser Ellipsenzirkel beruht, sind verschieden; hauptsächlich kommen aber zwei in Betracht. Das eine Gesetz

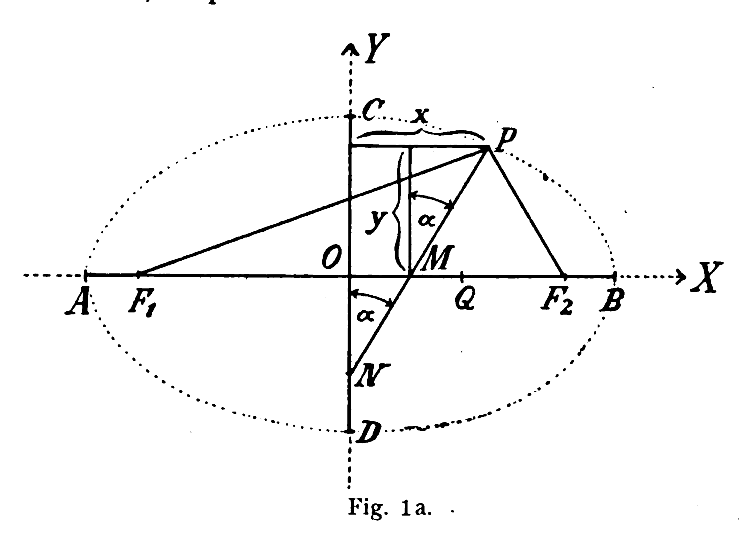


Fig. 1a.

ist: „Bei einer Ellipse ist die Summe zweier Leitstrahlen stets gleich der großen Achse, das heißt $r_1 + r_2 = 2a$." Das zweite Gesetz lautet: „Sind M und N die Punkte einer geraden Linie, welche Punkte sich ständig auf den Schenkeln eines Rechteckes bewegen,

so beschreibt ein beliebiger Punkt dieser Geraden eine Ellipse. Im speziellen Fall, welchen Fig. 1a veranschaulicht, wurde MN der Differenz der halben großen und halben kleinen Achse gleich gemacht, während Punkt P so gewählt wurde, daß NP gleich der halben großen Achse ist".

Ist nämlich in Fig. 1a

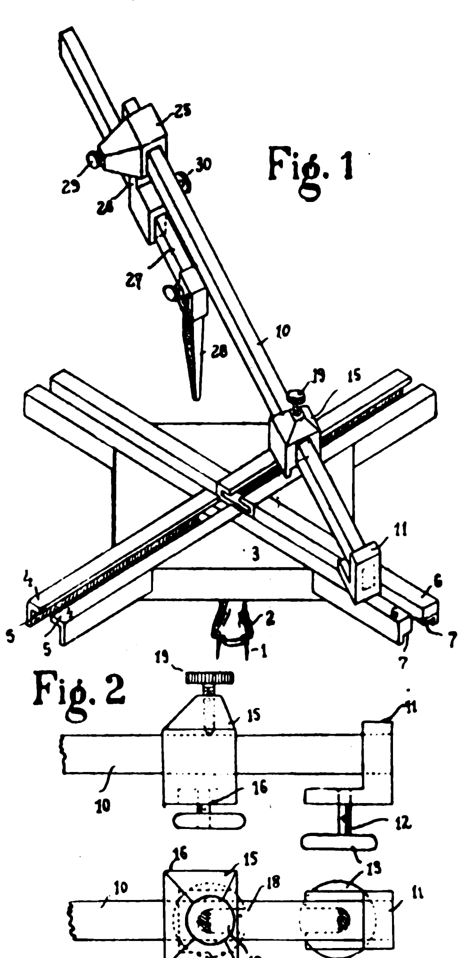
die große Achse $= 2a$, die kleine $= 2b$, also $AO = OB = PN = a$;

$CO = OD = PM = b$; so ist $\frac{x}{a} = \sin \alpha$, $\frac{y}{b} = \cos \alpha$ und da $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

$$\text{mithin } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Dies ist die Gleichung der Ellipse, bezogen auf ihre Hauptachsen. Ein in P befestigter Zeichenstift beschreibt also eine Ellipse. Ebenso kann die Richtigkeit des Lehrsatzes bewiesen werden, wenn sich P innerhalb MN befindet (und $MN = a + b = MP + PN$ ist).

Praktisch verwertbar, zum Konstruieren von Ellipsenzirkeln, ist nur das letztere Gesetz, da die auf Grundlage anderer mathematischen Gesetze beruhenden Ellipsographen, z. B. auf der Grundlage der Hypocykloiden etc. viel zu kompliziert und daher zu praktisch wenig verwertbaren Instrumenten führen.



Die neueste Erfindung auf diesem Gebiete (D. R. P. 218013) betrifft einen Ellipsographen, welcher bei einfacher aber kräftiger Bauart in einem Zuge vollständige Kreise oder Ellipsen zeichnet, deren Durchmesser in den weitesten Grenzen wechseln kann (1.5 bis 50 cm), im Gegensatz zu den bekannten ähnlichen Vorrichtungen, welche entweder nur halbe Ellipsen von beliebigen Durchmessern, oder wohl ganze Ellipsen, aber nur innerhalb gewisser Durchmessergrenzen zeichnen können.

Ein besonderer Vorteil des Ellipsographen ist, daß die Führungen der als kreisförmige Teller ausgebildeten Führungsblöcke übereinander in verschiedenen Ebenen liegen, wodurch einmal für die Führungsteller die führungslose Stelle beseitigt wird und wodurch zweitens bei Abschrägung der zu den Führungstellern führenden Stifte gemäß Fig. 2 es ermöglicht wird, Ellipsen mit ganz besonders kleiner Exzentrizität bezw. Kreise zu zeichnen.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel in Fig. 1 schaubildlich dargestellt, während die Fig. 2 eine Einzelheit veranschaulicht.

Auf dem mit vier kreuzweise gegenüberstehenden Nadeln 1 versehenem Fuße 2 ist fest, jedoch leicht lösbar die Versteifungsplatte 3 aufgesetzt, welche die einander im rechten Winkel kreuzenden Führungen 4,4, bezw. 6,6, trägt, deren Führungsflächen 5, bezw. 7,7, in zwei übereinander liegenden horizontalen Ebenen verlaufen.

Die Stange 10 trägt den festen Block 11, und den mittels Stellschraube feststellbaren Block 15, deren halbrunde, mit den flachen Seiten einander zugewandten feststehenden Zapfen 12, bezw. 16 (Fig. 2) zwischen den Führungen 6,6 bezw. 4,4 nach unten ragen und an ihrem freien Ende die unter die Führungsflächen 7,7 bezw. 5,5 greifenden

Führungsrollen 13 bezw. 17 tragen. Die Führungsrolle 17 ist mit einem bis zum Zapfen reichenden Ausschnitt 18 versehen, so daß man Block 15 so weit an Block 11 zu schieben kann, daß ihre halbrunden Zapfen aneinander liegen und einen Rundzapfen bilden, in welchem Fall $\varepsilon = 0$ ist, und der Ellipsograph konzentrische Kreise zeichnet.

Die Stange 10 trägt ferner den verschiebbaren Block 25, in dessen senkrechtem Arme 26 der Reißfederhalter 27 verschiebbar gelagert ist. Der Arm 26 ist von solcher Länge, daß die Reißfeder 28 gegebenenfalls frei unter dem Tische 3 kreisen kann. Sollen große Ellipsen gezeichnet werden, so wird der Halter 27 verkehrt in 26 eingesetzt, oder Block 25 im Horizontalen um 180° verdreht auf der Stange 10 befestigt. Es ist ersichtlich, daß die untere Grenze der möglichen Figurengröße durch den Umfang des auswechselbaren Fußes 2, die obere Grenze nur durch die Summe der Länge der Stangen 10 und 27 bestimmt ist. Bei Benutzung wird der Ellipsograph derart aufgestellt, daß die kreuzweise sich gegenüberstehenden Nadeln 1 des Fußes 2 über dem vorgezeichneten kleinen und großen Durchmesser in das Reißbrett eindringen. Da die Führungen 4,4 bezw. 6,6 parallel zu den durch je zwei gegenüberliegende Nadeln des Fußes bestimmten Linien sind, ist der Ellipsograph nunmehr orientiert, indem nun Führung 4,4 über der großen, Führung 6,6 über der kleinen Achse zu liegen kommt. Beim Zeichnen kleinerer Ellipsen genügt der in der Figur dargestellte kleine Fuß zur pünklichen Einstellung, während man bei größeren Ellipsen zweierlei Vorrichtungen behufs genauer Einstellung anwenden kann, entweder wird der Fuß 2, welcher z. B. mittels einer vierkantigen Hülse auf einem zentralen Vierkant der Platte 3 befestigt ist, gegen einen größeren umgetauscht, dessen Nadeln in entsprechend größerem Abstande von einander angeordnet sind und somit eine pünktlichere Einstellung über den Durchmessern ermöglichen, oder auf der Stange 10 wird, zur Feststellung derselben über den Führungen während der Einstellung, eine umklappbare, zwischen die Führungsstangen greifende Zunge angebracht, welche ein genaues Einstellen der Reißfeder über dem großen bezw. kleinen Durchmesser ermöglicht. Nun wird Stange 10 soweit verdreht (in der Figur nach rechts), daß der Block 11 in die Kreuzung der Führungen und demgemäß die Stange 10 parallel zu der Führung 4,4 steht, worauf man nach Lösen der Schrauben 29 oder 30 die Spitze der Reißfeder auf das Ende der großen Achse einstellt und die gelöste Schraube wieder anzieht. Wird nun die Stange 10 um 90° nach rechts gedreht, so kommt Zapfen 16 des Blockes 15 in die Kreuzung der Führungen, und die Stange 10 wird parallel zur Führung 6,6 liegen. In dieser Stellung wird die Stellschraube 19 des Blockes 15 gelöst, und die Stange 10 im Block 15 soweit nach rechts oder links verschoben, daß die Spitze der Reißfeder auf dem Ende des kleinen Durchmessers ruht. Nach Anziehen der Schraube 19 ist nun der Apparat gebrauchsfertig und wird durch Herumführen der Stange 10 um 360° betätigt.

Der neue Ellipsograph zeichnet sich andern ähnlichen Apparaten gegenüber durch einfache Konstruktion, leichte Handhabung, Möglichkeit der Änderung der Figurengröße in weiten Grenzen, und des Ziehens der Figuren ohne Absetzen aus.

Man kann den Apparat auch mit verschiedenen Vervollkommnungen versehen, z. B. man kann die Reißfeder mit vertikaler Federung versehen und dieselbe auf einfache Weise höher stellen, in dieser Stellung fixieren und bei dem Zeichnen der Ellipse wieder senken, und die feine Einstellung durch eine horizontale Stellschraube bewirken, außerdem werden an dem Fuße 2 die Nadeln auswechselbar angeordnet usw.

Der Zweck dieser Vorrichtung ist, daß sie bei verhältnismäßig niedrigen Herstellungskosten und einfacher Handhabung die unpraktischen krummen Lineale vollständig entbehrlich macht, was nicht nur eine große Zeitersparnis, sondern auch eine schönere und genauere Ausführung der Zeichnung gewährleistet.

Ernst Lukács.



Kleine Mitteilungen.

Eine neue Methode zur Erforschung des Erdinnern auf elektrodynamischem Wege teilen die Herren Löwy und Leimbach in der physikalischen Zeitschrift mit. Unsere Kenntnis über die Beschaffenheit der Erde unterhalb einer Schicht von etwa 3 km ist eine außerordentlich beschränkte, da man direkt noch nicht tiefer in den Boden eindringen und somit die aufgestellten geologischen Schlüsse bestätigen konnte. Erst neuerdings ist durch die großen Fortschritte der Seismologie auf Grund der Beobachtung von Erdbebenwellen eine direkte Methode geschaffen worden, um die elastischen Eigenschaften der einzelnen Schichten bis zu den größten Tiefen zu erforschen, wie Wiechert und Geiger in einer neueren Arbeit darlegen. Die Möglichkeit, die Erdbebenwellen zu diesem Zweck zu benutzen, beruht darauf, daß die vom Erdbebenherd ausgehenden Wellenzüge durch die Form der einzelnen Schichtungen und deren elastische Eigenschaften modifiziert werden und infolgedessen an den einzelnen seismographischen Stationen in verschiedener Weise zur Beobachtung gelangen. Vergleicht man dann die von dem gleichen Beben herrührenden Aufzeichnungen der einzelnen Beobachtungsstationen, so läßt sich daraus ein Schluß über Zahl und Beschaffenheit der Schichten ziehen, ein Verfahren, das natürlich um so größere Genauigkeit gewinnt, je mehr Material man bei der Auswertung heranziehen kann.

Auf ganz andrer Grundlage beruht nun die von Löwy und Leimbach vorgeschlagene Methode, nämlich auf der Beobachtung elektromagnetischer Wellen, die das Erdreich durchdrungen haben. Die elektrischen Wellen pflanzen sich ja mit Lichtgeschwindigkeit in dem von Materie nicht erfüllten Raum fort, werden auch durch die Materie selbst bei ihrer Ausbreitung nicht allzu sehr geschwächt, nur darf die betreffende Materie kein guter Leiter für Elektrizität sein, denn dann werden die Wellen völlig verschluckt. Man ist nun von vornherein geneigt, die Erde als einen guten elektrischen Leiter zu betrachten und zu meinen, daß die Wellen sehr bald vom Boden absorbiert werden müßten; das trifft auch sicher für feuchtes Erdreich zu; bei Benutzung von trockenen Strecken,

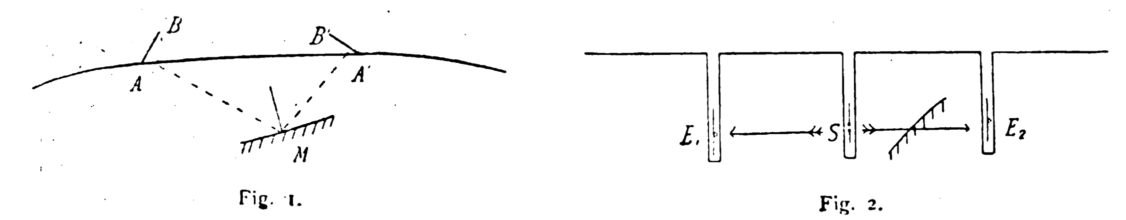


Fig. 1. Fig. 2.

z. B., Wüstenstrecken ist das durchaus nicht der Fall, und gerade hier dürfte diese Methode die größte Aussicht auf Erfolg haben. Die Anwendung der Methode besteht entweder in Beobachtung der Reflexion oder der Absorption der elektrischen Wellen. Zur Veranschaulichung der ersten Art diene Fig. 1. AB sei hier der Sender der elektromagnetischen Wellen, die sich durch das Erdreich fortpflanzen; befindet sich in M eine relativ gut leitende Schicht, so werden sie hier wie Lichtstrahlen reflektiert und gelangen in der Empfangsantenne A^1B^1 zur Beobachtung. Als solche reflektierenden Schichten kommen in erster Linie Erzlager, Kohlenflöze und Grundwasserspiegel in Betracht. Die Rauheit dieser Flächen kommt praktisch kaum in Frage, da für das Zustandekommen der Reflexion die Unebenheiten nur klein gegen die benutzte Wellenlänge sein müssen, man anderseits die Wellenlängen beliebig groß wählen kann, so daß Risse und Spalten von einigen Metern gar keine Rolle spielen. Während der Meßbereich dieser Methode sich bis auf etwa 1 km erstrecken dürfte, erlaubt die zweite in wesentlich größere Tiefen einzudringen. Diese Anordnung besteht darin, daß man drei Bohrlöcher verwendet, von denen das mittelste zur Aufnahme des Senders, die beiden seitlichen für Unterbringung zweier ganz gleichgebauter Empfänger dienen, wie Fig. 2 ergibt. Beobachtet man nun gleichzeitig an beiden Empfängern, so werden die von S ausgehenden Wellenringe den Empfänger E_2 wesentlich schwächer erregen als E_1, wenn zwischen S und E_2 absorbierende, also relativ gut leitende Schichten eingelagert sind, solche zwischen E_1 und S jedoch fehlen. Beide Versuchsanordnungen haben die Verfasser mit zufriedenstellenden Ergebnissen geprüft. Wichtig ist vor allen Dingen, dieses Verfahren in möglichst trockenem Boden anzuwenden, und da kämen in erster Linie die großen afrikanischen Wüsten in Betracht, in denen man auf diese Weise etwa vorhandenes Wasser entdecken und so auch diese jetzt völlig brach liegenden Striche der Bebauung zugänglich machen könnte. Das wäre eine Anwendungsart dieses Verfahrens, das enorme kulturelle Werte schaffen könnte. Es ist zu hoffen, daß es einmal in großem Stil zu diesem Zweck zur Durchführung gelangt. W. H.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Mathematische und astronomische Unterrichtskurse

von Doc. Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Im neuen Hörsaal der Treptow-Sternwarte, Treptow bei Berlin, Alt-Treptow 1

☛ Dienstags 6—7 Uhr abends. Beginn: 10. Januar 1911. ☚

Einführung in die höhere Mathematik.

Funktionentheorie und Differentialrechnung.

A. Funktionentheorie. Begriff der Funktion, ihre geometrische Darstellung. — Grenzbegriffe. — Binomischer Lehrsatz.

B. Differentialrechnung. Begriff des Differentialquotienten und der Stetigkeit. — Differentiation der verschiedenen Funktionen. — Lineare, trigonometrische und Kreisfunktionen — Differentiation von Funktionen mit zwei Veränderlichen. — Anwendungen aus der Astronomie und Physik.

Die Mathematik wird nach eigener Methode so vorgetragen, daß die praktischen Anwendungen von der ersten Stunde an zu ihrem Rechte kommen.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***6 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***4,50 M.***

Astronomie für Jedermann.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Uebungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Montags 9—10 Uhr abends. Beginn: 9. Januar. ☚

Zwei kleinere Fernrohre stehen vor und nach dem Vortrage zur freien Verfügung.

1. Die Sternbilder und Anleitung zu ihrer Auffindung.
2. Sonne und Mond.
3. Unser Planetensystem.
4. Kometen und Sternschnuppen.
5. Unser Wissen von den Sternenwelten.
6. Milchstraße und Nebelgestirne.
7. Sternhaufen, veränderliche und neue Sterne.
8. Astronomie mit dem Opernglas und kleinen Fernrohren.
9. Sonnen- und Mondfinsternisse.
10. Unsere Erde als Planet.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***5 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***3,50 M.***

Über die Bestimmung der Zeit und ihre Weitergabe.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Übungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

☛ Dienstags 8—9 Uhr abends. Beginn: 10. Januar. ☚

Begriff von Raum und Zeit. — Die ersten Zeitmesser. — Sonnenuhren. — Die verschiedenen Zeitarten. — Präzisionsuhren und ihre Vergleichung. — Die Erde als Uhr. — Die verschiedenen Methoden der Zeitbestimmung. — Zeitbestimmung im Luftschiff. — Die telegraphische Weitergabe der Zeit. — Normaluhren und Zentraluhren. — Die Zeitsignale von Norddeich und vom Eiffelturm mittels Wellentelegraphie. — Zukunft der Zeitverwaltung.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus ***7 M.****, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc.* ***5,50 M.***



// DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 7. Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow. 1911 Januar 1.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Das Wesen der Gravitation im Sonnensystem.

Von Hans Passarge, Königsberg i. Pr.

Soweit Einwände erhoben worden sind gegen die Theorie der Schwere auf den Planeten Venus, Erde und Mars und auf dem Mond der Erde, wie sie in Nummer 18 und 19 des „Weltall“, Jahrg. 10 vorgetragen wurde, laufen sie im wesentlichen entweder darauf hinaus, daß die ziffernmäßige Übereinstimmung in den Werten G_0^3 und $2C_0$ m der Erde (G_0 ist die auf die reine Wegstrecke reduzierte Schwerkraft am Äquator, m die Masse = 1 und C_0 die Sekundengeschwindigkeit eines Punktes am Äquator aus der Erdrotation) nicht ganz vollkommen sei, oder, wenn die vollkommene Übereinstimmung zugegeben wird, daß sie auf einem Zufall beruhe und eine wirkliche Ursache der Übereinstimmung nicht zugrunde liege. Dieser letztere Einwand wäre gewiß stichhaltig, wenn nicht eben das Ergebnis der Berechnungen für Mars und Mond genau dem für Erde entspräche. Die entscheidende Gleichung lautet auch nicht $G_0 = 2\sqrt[3]{Cm}$, die nur für Erde und annähernd für Mars richtig wäre, sondern

$$G_0 = 2\sqrt[3]{Cm \sin \nu} \quad \text{oder} \quad G_0 = 2\sqrt[3]{\frac{2\pi\ rm \sin \nu}{T}},$$

worin G_0 den auf die reine Wegstrecke reduzierten Wert von g_0, d. h. der wirklich beobachteten Schwerkraft am Äquator, r den äquatorialen Radius des Planeten, m die Masse im Verhältnis zur Erde, T die Rotationsdauer in Sternzeit und ν den spitzen Winkel bedeutet, unter dem die Axen der beiden Rotationen einander schneiden. Für Mars weicht dieser Winkel, wie schon in dem ersten Aufsatz gezeigt wurde, nicht erheblich von dem für Erde ab; deshalb ist die annähernde Übereinstimmung vorhanden, wenn auch der Winkel ν überhaupt nicht berücksichtigt wird.

Was den Einwand betrifft, die ziffernmäßige Übereinstimmung zwischen G_0^3 und 2Cm der Erde sei nicht ganz vollkommen, so scheint er auf den ersten



Blick zuzutreffen, denn nach den neuesten Ermittelungen Helmerts ist g_0 = 9,78030 Meter und hieraus G_0 = 9,76074, nicht aber 9,7616, wie von uns zugrunde gelegt wurde. Das geschah indesen nur, um die ganze Betrachtung nicht von vornherein zu komplizieren; in Wirklichkeit muß nämlich nicht vom Wert für g_0, sondern von dem für $g_{14,^0 47}$ ausgegangen werden, da ja nach unserer Birotationstheorie, wie man sie wohl nennen darf, die Äquatorebene der Innenrotation gegen die Äquatorebene der Außenrotation um den Winkel $\nu = 14,^0 4776$ geneigt ist. Die Schwere unter der Breite $14,^0 4776$ ist aber 9,78116 und auf die reine Wegstrecke reduziert 9,7616. Die vollkommene Übereinstimmung ist also tatsächlich vorhanden.

Was indessen allen bereits erhobenen und allen künftigen Einwänden gegen die Richtigkeit der Birotationstheorie den Boden entzieht, ist dieses: die Birotationstheorie, übertragen auf das Verhältnis der Schwerkräfte je zweier Planeten gegen einander erweist sich als vollkommen in Übereinstimmung mit der Newtonschen Gravitation, deren mathematische Richtigkeit doch von keiner Seite angefochten wird, für deren physikalischen Inhalt es aber bisher an jeder befriedigenden Erklärung gefehlt hat.

Der Beweis läßt sich auf ganz elementarem Wege führen:

Ist $(r - \varrho) = D$ die Differenz zwischen dem Radius der äußeren und dem der inneren Rotation, also die Mächtigkeit oder Dicke der Planetenschale oder des Planetenmantels am Äquator, und setzt man nach der Birotationstheorie

$$1.\quad G^3 = \frac{16\pi r m \sin\nu}{T},$$

dann ist

$$2.\quad G = \frac{16\pi D m \sin\nu}{T};$$

dividiert man 1 durch 2, dann erhält man:

$$3.\quad G^2 = \frac{r}{D} \text{ oder } D = \frac{r}{G^2}.$$

Die Mächtigkeit der Planetenschale ist also gleich dem Quotienten aus Radius und dem Quadrat der auf die reine Wegstrecke reduzierten Schwerkraft.

Sollen nun die Werte für die G zweier Planeten in Beziehung zu einander gebracht und auf die D zurückgeführt werden, so ist noch der Wert d, also die Dichtigkeit der Planeten im Verhältnis zur Erde, zu berücksichtigen, wenn Übereinstimmung mit der Gleichung für die Newtonsche Gravitation stattfinden soll, welche lautet:

$$4.\quad d'r'g = drg'.$$

Wir schreiben also nach der Birotationstheorie:

$$5.\quad DdG = D'd'G':$$

die auf den reinen Wegstrecken reduzierten Schwerkräfte sind umgekehrt proportional den Produkten aus Mächtigkeit und Dichte; denn setzt man in 5 den Wert für D aus 3 ein, dann erhält man

$$\frac{rd}{G} = \frac{r'd'}{G'},$$

d. h. die Gleichung der Newtonschen Gravitation:

$$d'r'g = drg'.$$

Es ist also Übereinstimmung vorhanden zwischen der Gleichung der Newtonschen Gravitation und der Gleichung der Birotationstheorie bis auf den im Prinzip vorläufig unerheblichen Unterschied zwischen g und G, dem wirklich beobachteten Wert der Schwere, der das Vorhandensein einer Schwerkraft zur Voraussetzung hat und dem auf die reine Wegstrecke reduzierten Wert der Schwere, der das Vorhandensein einer „Kraft" nicht voraussetzt, vielmehr annimmt, daß eine Bewegung überall nur aus einer anderen Bewegung abzuleiten sei. Diese letztere Anschauungsweise steht vollkommen in Einklang mit der Hertzschen Mechanik. Die „verborgenen Massen" und „verborgenen Bewegungen", die Heinrich Hertz in seinen „Prinzipien der Mechanik" als eine Hypothese einführt, um über den mystischen Begriff „Kraft" und über den ganz besonders mystischen Begriff „Fernkraft" hinwegzukommen, sie sind tatsächlich vorhanden. Das ganze Erdinnere ist eine verborgene Masse und die rückläufige Rotation des Erdinneren ist eine verborgene Bewegung; der freie Fall aber der materiellen Körper vollzieht sich auf der Diagonale des Kräfteparallelogramms, dessen beide Komponenten innere und äußere Rotation der Erde sind. So auch bei allen anderen Planeten und, wie weiter unten gezeigt werden soll, auch bei der Sonne.

Im Lichte der Birotationstheorie verliert die Anziehungskraft eines Himmelskörpers alles Geheimnisvolle, das ihr so lange anhaftet, als man annimmt, daß lediglich die „Masse" an sich als eine Grundeigenschaft der Materie die Ursache der Schwere oder der Anziehungskraft sei. Man hat für den Begriff „Masse" heute noch keine andere Definition als die von Newton eingeführte, wonach Masse das Produkt von Volumen und Dichtigkeit ist. Unter dieser Definition besteht der Begriff „Masse" bei rein mathematischer Behandlung auch wirklich alle Proben; die Definition versagt aber sofort, sobald wir einmal den Versuch machen, ihr einen physikalischen Inhalt zu geben. Die Masse als Produkt von Volumen und Dichtigkeit ist also nur ein mathematisches Vehikel, und in Wirklichkeit kann eine Definition überhaupt nicht gegeben werden, so lange Masse als die Ursache a priori einer Anziehung oder allgemein einer Kraft gelten soll.

Der Ausgangspunkt für die Birotationstheorie ist übrigens nicht, wie es nach jener ersten noch unvollkommenen Darstellung im „Weltall" den Anschein haben könnte, die ziffernmäßige Übereinstimmung zwischen den Werten für G_o^3 und $2C_om$ der Erde gewesen. Vielmehr kam der erste Anstoß aus Betrachtungen ganz anderer Art, nämlich aus solchen über die Kant-Laplacesche Nebulartheorie. Kant hat in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" ausdrücklich darauf hingewiesen, daß er die Neigung der Rotationsaxen der Planeten gegen die Ebenen ihrer Bahnen als einen Widerspruch gegen seine Theorie erkenne und von seiner Theorie gefordert, daß, wenn sie vollkommen genügen soll, aus ihr sich auch die Neigungen der Axen erklären lassen müßten. Die Kant-Laplacesche Theorie wäre also im Sinne ihres ersten Urhebers und auch den menschlichen Denkgesetzen gemäß vollkommen, wenn eben die Rotationsaxen der Planeten senkrecht zur Ebene des Sonnenäquators ständen. Dieser Forderung genügt aber die Voraussetzung der Birotationstheorie: die Axen der inneren Rotationen der Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars stehen senkrecht zur Ebene des Sonnenäquators.

Der Beweis für die Richtigkeit der Birotationstheorie läßt sich nun auch ohne Berufung auf die Newtonsche Gravitation aus den Voraussetzungen der Birotationstheorie selbst auf folgendem Wege ableiten.

Es muß sich aus sämtlichen Bestimmungsstücken für die $G_0{}^3$ je zweier Himmelskörper eine richtige Proportion ergeben, wenn die Theorie richtig ist. Die Indices E und L mögen die Bestimmungsstücke für Erde und Mond anzeigen, dann ist nach Gleichung 1:

$$\frac{T_E\, G_E{}^3}{T_L\, G_L{}^3} = \frac{r_E\, m_E \sin \nu_E}{r_L\, (m_E + m_L) \sin \nu_L}\ ^{1)}$$

was man auch schreiben kann:

$$T_E G_E{}^3\, r_L\, (m_E + m_L) \sin \nu_L = T_L\, G_L{}^3\, r_E\, m_E \sin \nu_E.$$

Die Zahlenwerte sind:

Erde:	Mond:
$T_E = 86\,164$ Sek.	$T_L = 2\,354\,143{,}5$ Sek.[2])
$G_E = 9{,}7616$ Meter	$G_L = 1{,}63\,478$ Meter
$r_E = 6\,378\,200$ -	$r_L = 1\,740\,000$ -
$m_E = 1{,}00000$	$(m_E + m_L) = 1{,}01\,234$
$\nu_E = 14^0{,}4776$	$\nu_L = 6^0{,}67$

Zur Ausrechnung bedienen wir uns fünfstelliger Logarithmen und finden:

$\log\ T_E = 4{,}93\,533$	$\log\ T_L = 6{,}37\,183$
- $G_E{}^3 = 2{,}96\,856$	- $G_L{}^3 = 0{,}64\,039$
- $r_L = 6{,}24\,055$	- $r_E = 6{,}80\,469$
$\log\ (m_E + m_L) = 0{,}00\,538$	- $m_E = 0{,}00\,000$
$\log\ \sin\ \nu_L = 0{,}06\,502 - 1$	$\log\ \sin\ \nu_E = 0{,}39\,793 - 1$
13,21 484	13,21 484

Also vollkommene Übereinstimmung. Die Werte für Mars sind:

$T_M = 88\,402$ Sek., $G_M = 3{,}667$, $r_M = 3\,371\,000$ Meter, $m_M = 0{,}1035$, $\nu_M = 14^0{,}07$. Setzt man wie oben die Logarithmen der Werte für Erde und Mars ein, dann erhält man:

$\log\ T_E = 4{,}93\,533$	$\log\ T_M = 4{,}94\,646$
- $G_E{}^3 = 2{,}96\,856$	- $G_M{}^3 = 1{,}69\,293$
- $r_M = 6{,}52\,782$	- $r_E = 6{,}80\,469$
- $m_M = 0{,}01\,494 - 1$	- $m_E = 0{,}00\,000$
$\log\ \sin\ \nu_M = 0{,}39\,536 - 1$	$\log\ \sin\ \nu_E = 0{,}39\,793 - 1$
12,84 201	12,84 201

Also auch hier vollkommene Übereinstimmung, die sich auch bei Mars und Mond wie folgt ergibt:

$\log\ T_M = 4{,}94\,646$	$\log\ T_L = 6{,}37\,183$
- $G_M{}^3 = 1{,}69\,293$	- $G_L{}^3 = 0{,}64\,039$
- $r_L = 6{,}24\,055$	- $r_M = 6{,}52\,782$
$\log\ (m_E + m_L) = 0{,}00\,538$	- $m_M = 0{,}01\,494 - 1$
- $\sin\ \nu_L = 0{,}06\,502 - 1$	$\log\ \sin\ \nu_M = 0{,}39\,536 - 1$
11,95 034	11,95 034

---

[1]) Die Masse des Mondes muß gleich $m_E + m_L$ gesetzt werden, weil sich Erde und Mond zusammen als ein System um die Sonne bewegen.

[2]) Eine siderische Lunation.

Indessen auch jetzt noch wären Zweifel an der Richtigkeit der Birotationstheorie am Platze, wenn es nicht gelingen sollte, sie für die Anziehungskraft der Sonne bestätigt zu finden.

Aus der Newtonschen Gravitation ergibt sich als mittlere Dichtigkeit der Sonne im Verhältnis zur Erde der Wert 0,255, und allgemein geht die Ansicht der Astronomen dahin, daß dieser geringen Dichtigkeit nur ein gasförmiger Zustand der Sonnenmasse entsprechen kann. Die Tatsache, daß das Sonnenspektrum diskontinuierlich ist, zwingt aber weiter zu der Annahme, daß nur der Sonnenkern aus glühenden Gasen besteht, daß dieser Kern aber umhüllt ist von einem Mantel von niedrigerer Temperatur und wahrscheinlich größerer Dichtigkeit. Darauf baut sich die Zöllnersche Sonnentheorie auf. Man kann also, ohne mit den Beobachtungen in Widerspruch zu kommen, den dichteren Sonnenmantel als das Ergebnis einer beginnenden Abkühlung des ganzen Sonnenballs verstehen, die aber natürlich noch bei weitem nicht so vorgeschritten ist wie etwa bei den inneren Planeten, vielleicht jedoch dem Abkühlungsprozeß bei Jupiter entfernt verglichen werden mag. Von vornherein und auf allgemeine Überlegung hin wird man dem Sonnenmantel eine im Verhältnis zum Sonnenhalbmesser nur geringe Mächtigkeit (Dicke) zusprechen können, eine so geringe Mächtigkeit, daß die Verschiedenheit in den Dichtigkeiten von Mantel und Kern für die Berechnung der Gesamtdichtigkeit der Sonne garnicht in Betracht kommt. Wenden wir die Birotationstheorie auf die Sonne an, so ergibt sich in der Tat aus Gleichung 3 die Mächtigkeit des Mantels zu nur 9653 Meter, d. h. die Mächtigkeit des Mantels ist rund $= \frac{1}{72\,361}$ des Sonnenhalbmessers. Daß diese Berechnung richtig ist, ergibt sich sofort aus der Gleichung 5: $DdG = D'd'g'$, worin die ungestrichenen Buchstaben Mächtigkeit, Dichtigkeit und Schwere auf der Erde, die gestrichenen die auf der Sonne bezeichnen mögen. Hiernach ist nämlich $d' = 0{,}2527$, was genügend mit der Berechnung der mittleren Sonnendichte aus der Newtonschen Gravitation übereinstimmt.

Für die Bestimmung des Winkels ν der Sonne, des Winkels also, unter dem sich die Axe des rotierenden Sonnenkerns mit der Axe des entgegengerichtet rotierenden Sonnenmantels schneidet, gibt es natürlich keinen äußeren Anhalt; nur aus allgemeinen Erwägungen können wir schließen, daß der Winkel nicht sehr groß ist, und ihn im Vertrauen auf die Richtigkeit der Birotationstheorie aus der Gleichung berechnen:

$$G^3 = \frac{16\,\pi\,r\,m\,\sin\nu}{T};$$

wir finden, wenn wir eine Sonnenrotation T zu 25,4 Sterntagen, den Wert für G zu 268,4 und den für r zu 695 450 000 Meter setzen: $\nu = 0^\circ{,}21$ ($\log\sin\nu = 0{,}57192 - 3$). Machen wir die gleiche Zusammenstellung wie oben jetzt für Sonne und Erde, so finden wir bei Anwendung fünfstelliger Logarithmen, und indem wir uns des Index S für Sonne und E für Erde bedienen:

$\log T_E = 4{,}93\,533$	$\log T_S = 6{,}34\,016$
$\text{"}\ G_E^3 = 2{,}96\,856$	$\text{"}\ G_S^3 = 7{,}28\,643$
$\text{"}\ r_S = 8{,}84\,227$	$\text{"}\ r_E = 6{,}80\,469$
$\text{"}\ m_S = 5{,}51\,113$	$\text{"}\ m_E = 0{,}00\,000$
$\log\sin\nu_S = 0{,}57\,192 - 3$	$\log\sin\nu_E = 0{,}39\,793 - 1$
$19{,}82\,921$	$19{,}82\,921$

Die gleiche vollkommene Übereinstimmung findet sich auch weiterhin. Hier sei die Rechnung nur noch für Sonne und Mars zusammengestellt:

$$\begin{aligned} \log\ T_S &= 6{,}34\,016 \\ \text{-}\ \ G_S^3 &= 7{,}28\,643 \\ \text{-}\ \ r_M &= 6{,}52\,782 \\ \text{-}\ \ m_M &= 0{,}01\,494-1 \\ \log\sin \nu_M &= \underline{0{,}39\,536-1} \\ & \ 18{,}56\,471 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log\ T_M &= 4{,}94\,646 \\ \text{-}\ \ G_M^3 &= 1{,}69\,293 \\ \text{-}\ \ r_S &= 8{,}84\,227 \\ \text{-}\ \ m_S &= 5{,}51\,113 \\ \log\sin \nu_S &= \underline{0{,}57\,192-3} \\ & \ 18{,}56\,471 \end{aligned}$$

Es mag schließlich noch Jupiter herangezogen werden. Die Umdrehungszeit dieses Planeten ist $T_J = 9$ Stunden 55,5 Minuten = 35 662,5 Sekunden Sternzeit. Den Winkel ν bestimmen wir wie oben bei der Sonne und finden ihn zwischen $0^0{,}02$ und $0^0{,}03$ ($\log\sin \nu = 0{,}67559-4$), die Masse des Jupiter $m_J = 309{,}81$ im Verhältnis zur Erde, die Schwere $G_J = 24{,}45$. Für Sonne und Jupiter ergibt sich:

$$\begin{aligned} \log\ T_S &= 6{,}34\,016 \\ \text{-}\ \ G_S^3 &= 7{,}28\,643 \\ \text{-}\ \ r_J &= 7{,}84\,911 \\ \text{-}\ \ m_J &= 2{,}49\,108 \\ \log\sin \nu_J &= \underline{0{,}67\,559-4} \\ & \ 20{,}64\,237 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log\ T_J &= 4{,}55\,221 \\ \text{-}\ \ G_J^3 &= 4{,}16\,484 \\ \text{-}\ \ r_S &= 8{,}84\,227 \\ \text{-}\ \ m_S &= 5{,}51\,113 \\ \log\sin \nu_S &= \underline{0{,}57\,192-3} \\ & \ 20{,}64\,237 \end{aligned}$$

Endlich Erde und Jupiter:

$$\begin{aligned} \log\ T_E &= 4{,}93\,533 \\ \text{-}\ \ G_E^3 &= 2{,}96\,856 \\ \text{-}\ \ r_J &= 7{,}84\,911 \\ \text{-}\ \ m_J &= 2{,}49\,108 \\ \log\sin \nu_J &= \underline{0{,}67\,559-4} \\ & \ 14{,}91\,967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log\ T_J &= 4{,}55\,221 \\ \text{-}\ \ G_J^3 &= 4{,}16\,484 \\ \text{-}\ \ r_E &= 6{,}80\,469 \\ \text{-}\ \ m_E &= 0{,}00\,000 \\ \log\sin \nu_E &= \underline{0{,}39\,793-1} \\ & \ 14{,}91\,967 \end{aligned}$$

Die Folgerungen, die sich aus der Birotationstheorie ergeben, einigermaßen erschöpfend zu ziehen, würde hier zu weit führen; aber soviel darf gesagt werden, daß man ihre Bedeutung nicht leicht zu hoch anschlagen wird. Für heute können wir uns auf einige Schlußbemerkungen allgemeiner Art beschränken und zusammenfassend sagen:

Alle Mitglieder des Sonnensystems, den Zentralkörper selbst einbegriffen, nicht aber wohl die Kometen mit geschlossener elliptischer Bahn, haben eine zwiefache Rotation: eine äußere des Mantels oder der Schale, die sich rechtläufig vollzieht, und eine innere des Kerns, die sich rückläufig vollzieht um eine Axe, die mit der Axe der äußeren Rotation einen gewissen Winkel bildet. Die äußere Rotation der Sonne wie der Planeten und der Monde ist als eine rezente Erscheinung innerhalb der Gesamtentwickelungsgeschichte dieser Himmelskörper und als eine Reaktionsbewegung gegen die ursprünglich einzige Rotation zu verstehen, die heute die innere ist. Die auf diesen Himmelskörpern wirkende Schwere oder Anziehung, deren reinste Ausdrucksform für den Planeten Erde sich uns als den freien Fall der materiellen Körper nach den Gesetzen Galileis darstellt, wirkt auf der Resultierenden und als Resultierende aus den beiden Rotationen als ein Vorgang rein mechanischer Natur.

Die Birotationstheorie setzt nicht etwa eine Leugnung der Richtigkeit der Newtonschen Gravitation voraus, sie deckt sich vielmehr mit der mathematischen Seite der Newtonschen Gravitation und gibt ihr einen physikalischen Inhalt, an dem es bisher gefehlt hat. Nur dadurch unterscheidet sich die Birotationstheorie von der Newtonschen Gravitation, daß sie als Ausgangspunkt nicht die wirklich beobachtete Schwere annimmt, sondern die reine Wegstrecke, die sich als Sekundengeschwindigkeit der Fallbewegung ergeben würde, wenn diese selbst ohne Beschleunigung erfolgte:

$$G = 2\left(\frac{g}{2} - 0{,}001\ g\right).$$

Der Begriff „Kraft" fällt bei der Birotationstheorie überhaupt aus, ganz im Sinne der Hertzschen Mechanik; wenn er gleichwohl in dieser Darstellung angewandt ist, so ist er nur als eine Hilfsvorstellung zu verstehen, deren wir uns aus Gründen der wissenschaftlichen Ökonomie mit dem Vorbehalt bedienen, allemal da, wo von Kraft die Rede ist, darunter eine zusammengesetzte Bewegung zu verstehen, bei deren Zerlegung wir auf gleichförmige (beschleunigungslose) Bewegungen stoßen würden.

Etwas Ähnliches gilt von dem Begriff Masse. Im Lichte der Birotationstheorie erhält dieser Begriff seine wirkliche Bedeutung zurück, nämlich die eines rein mathematischen Vehikels, einer Hilfsvorstellung also, der irgendwelche „Kraft" folgerichtig nicht beigelegt werden kann.

Das Vorhandensein der von Heinrich Hertz in seinen „Prinzipien der Mechanik" geforderten „verborgenen Bewegungen" und „verborgenen Massen" ist durch die Birotationstheorie erhärtet.

Aus der Birotationstheorie ergibt sich, daß die Vermutung Schiaparellis, die beiden unteren Planeten Merkur und Venus hätten eine Rotation, die mit dem Umlauf um die Sonne identisch ist, es bestehe also zwischen ihnen und der Sonne ein ähnliches Verhältnis wie zwischen Mond und Erde, für Venus bestimmt nicht, für Merkur bedingt richtig ist.

Auf die rein logisch-mathematische Erklärung für die Identität von Mondumlauf und Mondrotation, die sich aus der Birotationstheorie ergibt, war schon in dem früheren Aufsatz (Weltall X, 19 S. 286 f.) hingewiesen worden. Desgleichen auf die Erklärung der Diskrepanz in den Werten für die Erdabplattung, die aus geodätischen und die aus Pendelmessungen gewonnen werden (ebenda 18 S. 273).

Die besondere Anwendung der Birotationstheorie auf den Planeten Erde eröffnet die Aussicht auf genügende Erklärung einer Reihe geophysikalischer Erscheinungen, für die es bisher an einer solchen Erklärung gefehlt hat, nämlich der regelmäßigen Variationen der normalen erdmagnetischen „Kraft" (im Sinne von Bezolds), da wahrscheinlich die Axe der inneren Erdrotation identisch ist mit der erdmagnetischen Axe (Weltall X, 19 S. 285):

der Länge des Sekundenpendels, die sich aus der Birotationstheorie nach dem Radius der inneren Rotation der Erde bestimmt:

$$\dot{L}_0 = \frac{2\pi\varrho}{40\,000\,000}; \quad C = \varrho - D; \quad D = \frac{TG}{16\pi m \sin \nu}; \quad r = 6\,378\,200;$$



der regelmäßigen elliptischen Bewegung mit ostwestlich gerichteter großer Axe des nur scheinbar im Zustande der Ruhe befindlichen Pendels von erheblicher Fadenlänge (Günther, Geophysik 2. Aufl., Bd. I, S. 273); endlich

der südlichen Abweichung des freien Falls.

Das bedeutet indessen nur eine rhapsodische Auslese aus den Folgerungen, die sich nach der Birotationstheorie ergeben. Es ist keine Vermessenheit, zu sagen, daß die Birotationstheorie dereinst den Schlüssel an die Hand geben wird, der viele bisher versperrte Pforten der Erkenntnis öffnet.

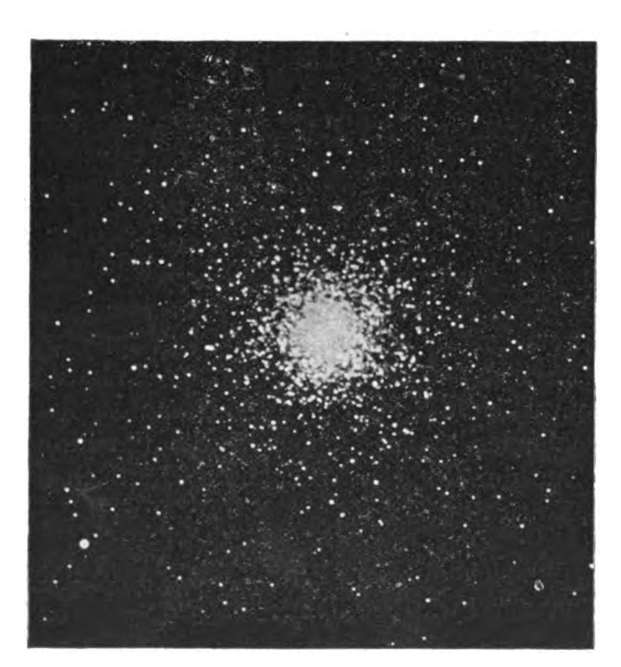


Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die periodischen Kometen des Jahres 1911.

Von den vier periodischen Kometen, deren Wiederkehr für das Jahr 1911 vorausberechnet worden ist, ist der Komet Faye, der zuletzt im März 1896 gesehen wurde und eine Umlaufszeit von 7,6 Jahren besitzt, bereits am 8. November 1910 von Dr. Cerulli entdeckt worden (vgl. Weltall XI. S. 58). Seine frühe Entdeckung ist den überaus günstigen Sichtbarkeitsverhältnissen seines diesmaligen Wiedererscheinens zuzuschreiben. Ebenso ist auch der Komet Brooks, welcher eine Umlaufszeit von 7,1 Jahren hat, schon am 28. September 1910 wieder aufgefunden worden. Der Enckesche Komet, mit einer Umlaufszeit von 3,3 Jahren, ist zuletzt im Jahre 1908 gesehen worden. Der damals von Wolff auf der photographischen Platte am 2. Januar aufgefundene und bis zum 19. Januar verfolgte Komet lief jedoch anders, als die Vorausberechnung für den Enckeschen Kometen ergeben hatte. Letzterer wurde dann am 27. Mai 1908 mit sehr verringerter Helligkeit und starker Abweichung von dem vorausberechneten Orte an einer anderen Stelle aufgefunden, sodaß die Vermutung nahe liegt, daß der Enckesche Komet sich geteilt hat.



Sternhaufen Messier 3 in den Jagdhunden.
N. G. C. 5272.

Wir haben bereits an anderer Stelle über die früheren Erscheinungen des Enckeschen Kometen berichtet. Er ist im Jahre 1786 zuerst gesehen und 28mal in seiner Erdnähe mit Sicherheit beobachtet worden. Seine bevorstehende Wiederkehr wird uns voraussichtlich über die vermuteten Änderungen seines Laufes und Aussehens den gewünschten Aufschluß geben.

Der erste Tempelsche Komet, welcher eine Umlaufszeit von 6 Jahren besitzt und zuletzt im Mai 1897 gesehen worden ist, ist am 3. April 1867 entdeckt worden und auch 1873 und 1879 nach der vorausberechneten Umlaufszeit jedesmal wiedergekehrt; dann hatte jedoch Jupiter seine Bahn gestört

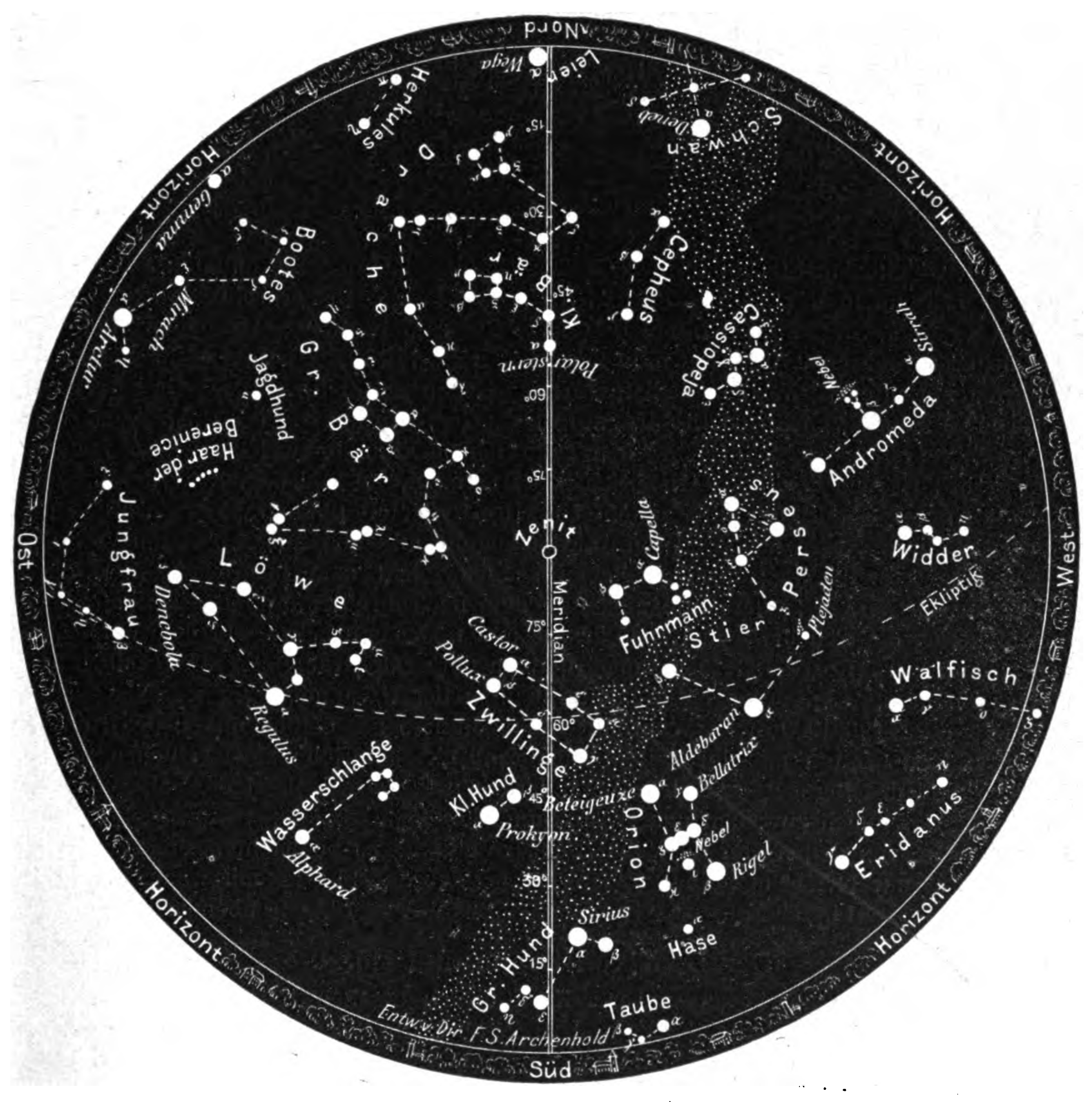
und seine Sichtbarkeitsverhältnisse ungünstiger gestaltet, sodaß es nur noch einmal, im Jahre 1897, gelang, ihn wiederzusehen. Wir haben schon früher einmal eine Zusammenstellung aller bisher bekannten periodischen Kometen gegeben (vgl. Weltall I, S. 132).

Die Sterne.

Unsere Sternkarte, die für den 1. Februar abends 10 Uhr entworfen ist, gilt auch für den 15. Februar abends 9 Uhr, den 1. März abends 8 Uhr und so fort. Das bemerkenswerte Wintergestirn, der Orion, steht bereits in früher Abendstunde im Meridian

Der Sternenhimmel am 1. Februar 1911, abends 10 Uhr.

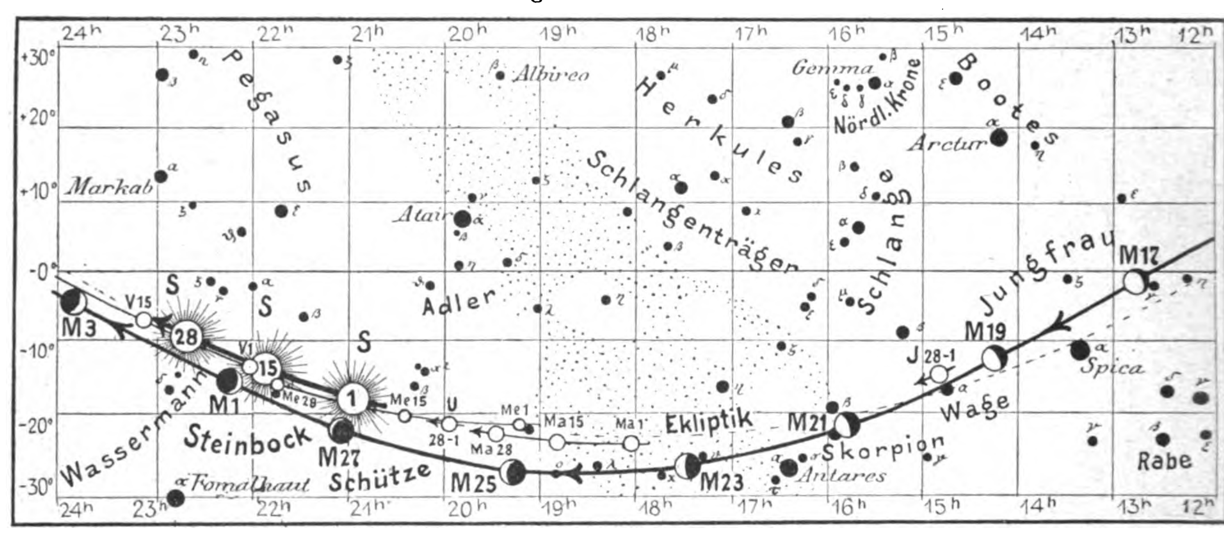
Fig. 1.



(Polhöhe 52½°)

und wird bald wieder nur kurze Zeit vor seinem Untergange am westlichen Himmel zu beobachten sein. An den Stellen, an denen der Meridian abends 10 Uhr den Horizont trifft, finden wir im Süden das Sternbild des Großen Hundes mit dem hellsten Stern am Himmel, dem Sirius, und im Norden die Leier mit dem hellen Stern Vega. Eins der

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

schönsten Objekte im Sternbilde des Großen Hundes ist der Sternhaufen, welcher in Rekt. 6^h 42^m und in Dekl. —20° 37′ steht und schon in kleinen Fernrohren gut zu trennen ist, da er aus Sternen 8. Größe besteht. Noch eine zweite Gruppe von freilich schwächeren Sternen 9. bis 12. Größe steht bei Rekt. 7^h 12^m und Dekl. —15° 25′ in der Nähe einer dichten Stelle der Milchstraße im gleichen Sternbilde. Diese Gruppe ist im Jahre 1785 zuerst von Caroline Herschel gesehen worden. Ein ebenso bemerkenswerter Sternhaufen steht im südlichen Teile der Jagdhunde, welche wir auf unsrer Sternkarte zwischen den Deichselsternen des Großen Bären und dem Haar der Berenice finden. Er ist neuerdings mit dem Crossley-Reflector photographiert worden (vgl. Fig. 3). Während er in kleineren Fernrohren kugelförmig und aus Hunderten von dicht zusammengedrängten Sternen zu bestehen scheint, sieht man in größeren Fernrohren tausende von Sternen in der Mitte und außerdem noch strahlenförmige Ausläufer dieses Sternhaufens, die sich bis zum Rande des Gesichtsfeldes erstrecken. In dem Verzeichnis von Messier trägt er die Bezeichnung 3 und im neuen Generalkatalog die Nummer 5272. Unsere Abbildung (S. 100) zeigt diesen Sternhaufen bei $1^1/_2$stündiger Expositionszeit und rührt vom 22. Mai 1900 her. Während die Jagdhunde am östlichen Teil des Himmels stehen, finden wir um dieselbe Zeit in annähernd gleicher Höhe am westlichen Himmel das Sternbild des Perseus mit dem veränderlichen Sterne Algol. Jedesmal, wenn der dunkle Begleiter sich zwischen unser Auge und den Algol schiebt, tritt ein sogenanntes Minimum ein, von denen vier im Monat Februar günstig zu beobachten sind:

Februar 11.	6^h morgens,	Februar 16.	12^h mitternachts,
- 14.	3^h -	- 19.	9^h abends.

Der Lauf von Sonne und Mond.

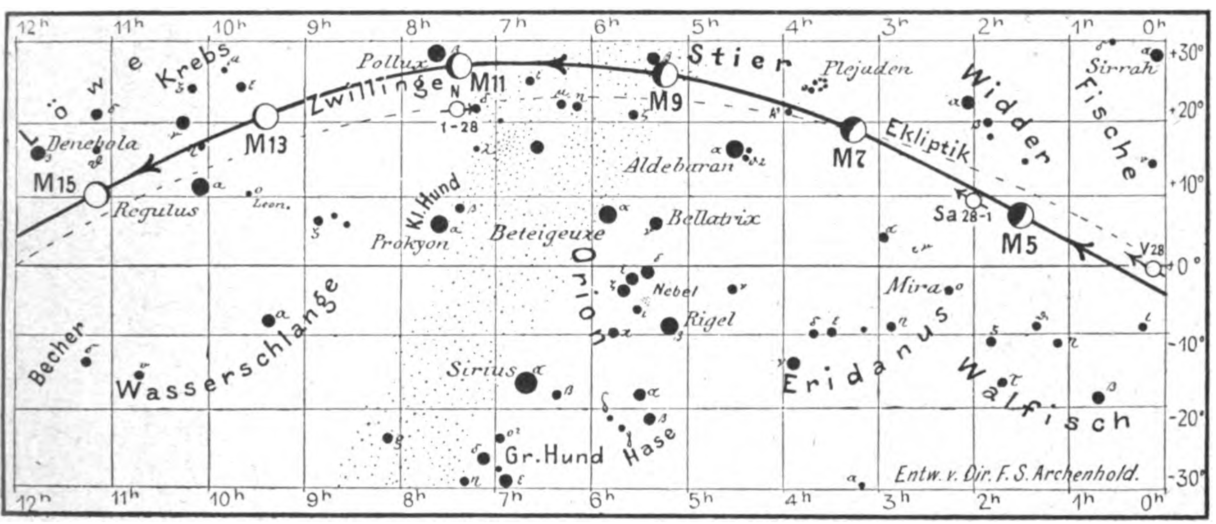
Die *Sonne* steht, wie aus unserer Karte 2b zu ersehen ist, anfangs des Monats Februar im Sternbilde des Steinbocks und rückt im Laufe des Monats in das des Wassermanns. Ihre Höhe beträgt am Schlusse des Monats schon 29°, sodaß auch die Tageslänge eine ganz beträchtliche ist. In folgender Tabelle geben wir ihren Stand sowie ihre Auf- und Untergangszeiten für den 1., 15. und 28. Februar wieder.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Februar 1.	— 17° 21′	7^h 50^m morgens	4^h 48^m nachm.	$20^1/_4$°
- 15.	— 12° 58′	7^h 25^m -	5^h 15^m -	$24^1/_2$°
- 28.	— 8° 18′	6^h 57^m -	5^h 39^m -	$29^1/_4$°

für den Monat Februar 1911.

Fig. 2a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Der *Mond* ist wiederum für den 1., 3., 5. usw. mit seinen Phasengestalten in unsre Karten Fig. 2a und 2b eingetragen. Im Monat Februar fallen seine Hauptphasen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Febr. 6. $4^1/_4{}^h$ nachmittags. Letztes Viertel: Febr. 21. $4^1/_2{}^h$ vormittags.
Vollmond: - 13. $11^1/_2{}^h$ vormittags. Neumond: - 28. nach Mittern.

Im Monat Februar finden nur 2 Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win-kel	Austritt M. E. Z.	Win-kel	Bemerkung
Febr. 7.	A¹ Sagittarii	4,6	$3^h 59^m$	+ 21° 50′	$6^h 34^m,8$ abends	26°	$7^h 29^m,2$	290°	Mond im Merid. $7^h 59^m$
„ 23.	X Sagittarii	variabel	$17^h 42^m$	— 27° 48′	$5^h 30^m,9$	123°	$6^h 45^m,5$	260°	Mondaufgang 4^h 24^m morgens

Die Planeten.

Merkur (Feld 19^h bis $21^3/_4{}^h$) ist nur noch kurze Zeit zu Anfang des Monats sichtbar und verschwindet dann in den Strahlen der Sonne. Er steht am 2. Februar in größter westlicher Abweichung von der Sonne (25° 17′) und am 10 6^h nachmittags in Konjunktion mit Uranus und am 27. nachm. in Konjunktion mit dem Monde.

Venus (Feld 22^h bis 0^h) rückt allmählich immer weiter von der Sonne ab, sodaß ihre Sichtbarkeit wieder zunimmt und sie am Ende des Monats $1^1/_2$ Stunden lang zu beobachten ist.

Mars (Feld 18^h bis $19^1/_2{}^h$) tritt am 24. Februar um Mitternacht in Konjunktion mit dem Monde, ist jedoch wegen seines tiefen südlichen Standes nur $^1/_2$ Stunde lang am Morgenhimmel sichtbar.

Jupiter (Feld $14^3/_4{}^h$) tritt am 19. Februar abends in Konjunktion mit dem Monde und wird Ende des Monats bereits 6 Stunden lang am Morgenhimmel zu beobachten sein.

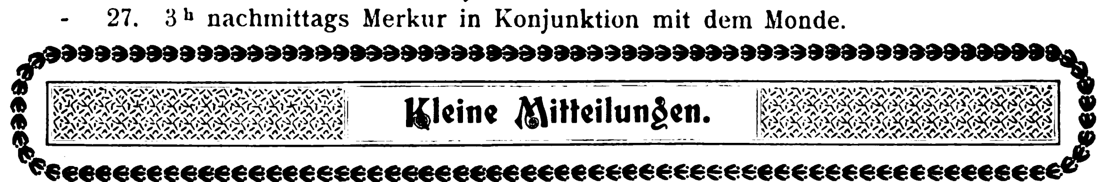
Saturn (Feld 2^h) tritt am 5. Februar in Konjunktion mit dem Monde. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt am Ende des Monats bis auf 3 Stunden ab, sodaß er bereits im Frühjahr in den Strahlen der Sonne für längere Zeit verschwinden wird.

Uranus (Feld 20^h) ist Ende des Monats auf kurze Zeit am Morgenhimmel sichtbar.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist wegen seines hohen Standes noch 9 Stunden lang nach Sonnenuntergang im Sternbilde der Zwillinge zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

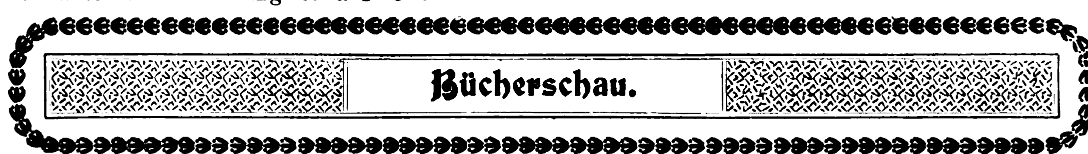
Februar 2. 3^h nachmittags Merkur in größter westlicher Abweichung 25° 17′.
- 5. 2^h nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 6^h nachmittags Merkur in Konjunktion mit Uranus, Merkur 5° nördlich von Uranus.
- 16. 3^h nachmittags Mars in Konjunktion mit 6 Sagittarii Mars 2° 53′ nördlich vom Stern.
- 18. 3^h morgens Merkur in Sonnennähe.
- 19. 7^h abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. mitternacht Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 3^h nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.



Kleine Mitteilungen.

Beobachtung einer glänzenden Feuerkugel am 13. Dezember 1910 in Dortmund. Der Kgl. Landmesser Schiller beobachtete am 13. Dezember 1910 6^h 53^m M. E. Z. ein helles Meteor, das sich bald zu einer wunderbaren Erscheinung von etwa 5′ Durchmesser entwickelte. Es erstrahlte in intensiv weißem Lichte. Kurz vor dem Verlöschen splitterten große Stücke ab, die einen Schweif von 4 bis 5° Länge bildeten, der noch fast 2 Sekunden nach dem Verlöschen des Meteors seine Sichtbarkeit behielt. Eine Detonation war trotz angestrengten Lauschens nicht zu hören; allerdings war in nicht zu großer Entfernung lebhaftes Wagenfahren. Herr Landmesser Schiller gibt folgende genauen Daten, die es wünschenswert machen, das auch von anderer Seite Mitteilungen über die Beobachtung dieser Feuerkugel einlaufen, um eine sichere Bahnbestimmung vornehmen zu können.

Beobachtungsort:	Breite = 51° 30′ 30″ nördl. Br. Länge = 7° 28′ 52″ östl. Gr.
Beobachtungszeit:	1910 Dez. 13 6^h 53^m M. E. Zt.
Aufflammungspunkt:	etwa $\delta = +7°$; $\alpha = 22^h\ 30^m$
Erster Hemmungspunkt:	$\delta = +5°$; $\alpha = 20^h\ 50^m$ (ziemlich unsicher)
Verlöschungspunkt:	$\delta = +3°$; $\alpha = 20^h\ 05^m$
Zeitdauer der Erscheinung	etwa $4-5^s$.



Bücherschau.

Deutscher Photographen-Kalender. Taschenbuch und Almanach für 1911. Herausgegeben von K. Schwier. 30. Jahrgang. In 2 Teilen. Mit einem Eisenbahnkärtchen nnd zwei Kunstbeilagen. Preis: beide Teile zusammen bezogen M. 3,—, jeder Teil einzeln je M. 2,—. Verlag der Deutschen Photographen-Zeitung (Karl Schwier), Weimar.

Wie alljährlich, so ist auch dieses Mal zu Anfang des Monats Dezember der erste Teil des Deutschen Photographen-Kalenders für das Jahr 1911 in starkem Leinenband gebunden erschienen. Er ist wie üblich mit einem Eisenbahnkärtchen von Deutschland versehen und enthält außerdem 2 vorzüglich ausgeführte Kunstbeilagen.

Die erste Hälfte des vorliegenden Teiles enthält wie üblich Kalendarium mit Notizblättern, denen dieses Mal auch die täglichen Sonnen- und Mond-Auf- und Untergänge beigesetzt sind, sodann verschiedene Tabellen über Maße, Gewichte, statistische Nachrichten und vorzüglich bearbeitete chemische und optische Tabellen. — Die zweite Hälfte gibt nicht weniger als 670 Rezepte für alle möglichen photographischen Vorkommnisse. Auch die neueren katalytischen Verfahren der Neuen Photographischen Gesellschaft sind eingehend behandelt

Der Kalender ist ein anerkannt unentbehrliches Taschenbuch für alle Photographie betreibenden Personen und wird von praktischen und wissenschaftlichen Photographen stets gern benutzt. Er kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. — Der II. Teil, der besonders statistische Nachrichten und ein ausgezeichnetes Bezugsquellenverzeichnis enthält, erscheint bis zum Monat März dieses Jahres.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 8. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** **1911 (Zweites Januarheft).**
Berlin-Treptow.

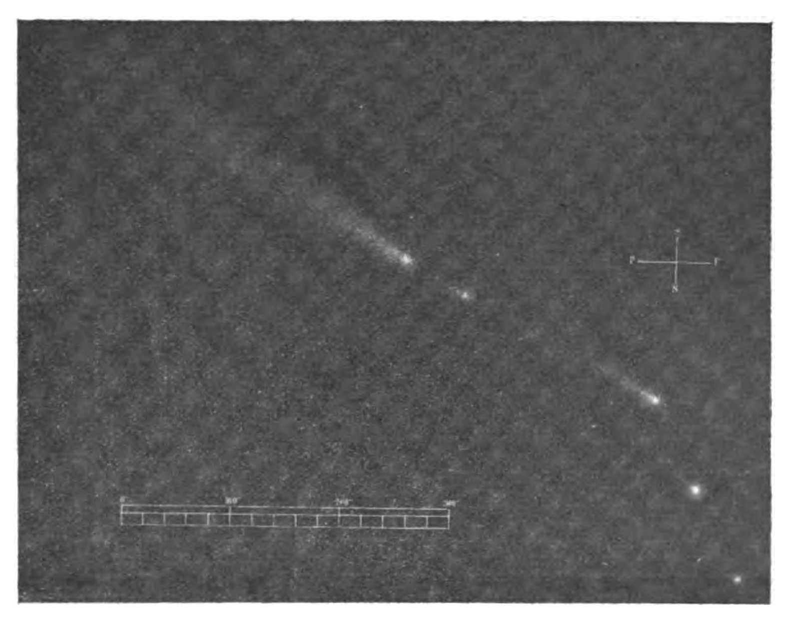
Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Zur Wiederentdeckung des Kometen Brooks 1889 V.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Geschichte dieses auf der Lickssternwarte von Aitken und Wilson am 28. September 1910 im Sternbilde des Schützen wieder aufgefundenen Kometen Brooks 1889 V (Rekt. = $19^h\ 47^m\ 51^s$, Dekl. = $28^0\ 8'\ 39''$) ist von größtem



Komet Brooks 1889 V und seine vier Begleitkometen.

Interesse. Er gehört zu den Kometen der sogenannten Jupiterfamilie, das will sagen, daß er vom Jupiter für unser Planetensystem eingefangen worden ist. Ferner hat er sich gleich dem Bielaschen Kometen unter den Augen der Astro-

nomen in mehrere Teile zerlegt. Bald nach seiner ersten Entdeckung, die Brooks am 6. Juli 1889 auf dem Smith-Observatorium in Geneva N.-Y. gelang, erregte es große Aufmerksamkeit, daß die Begleitkometen, welche Barnard entdeckt hatte, merkwürdige Lichtschwankungen ausführten — bald erblaßte der eine, bald der andere. Es erschien noch besonders rätselhaft, daß der Komet, wie Chandler rechnerisch nachgewiesen hatte, bis zum Jahre 1886 eine Umlaufszeit von 27 Jahren hatte, daß er jedoch zur Zeit seiner Entdeckung im Jahre 1889 zur Vollendung eines vollen Umlaufs um die Sonne nur 7 Jahre 1 Monat und 1 Woche gebrauchte.

Chandler erkannte weiter, daß diese merkwürdige Bahnumgestaltung dadurch hervorgerufen war, daß der Komet ganz nahe bei Jupiter — womöglich unter Berührung der Oberfläche dieses Planeten — vorübergegangen war und sich noch drei Tage lang in dem System der Jupitermonde aufgehalten hatte. Chandler machte es auch wahrscheinlich, daß die 27jährige Periode bis zum Jahre 1779 zurückreiche, und damals auch der Komet durch ein Zusammentreffen mit Jupiter aus einem kurzperiodischen erst in einen langperiodischen umgewandelt wurde. Chandlers Rechnung ergab weiter, daß — um den Kometen noch merkwürdiger zu machen — die neue Bahn nur bis zum Jahre 1921 anhalten würde, und daß dann wieder große Überraschungen bei einer Begegnung mit Jupiter zu erwarten seien.

Der Komet Brooks hatte bei seiner Auffindung einen Durchmesser von einer Bogenminute und war 11. Größe. Die Barnardsche Entdeckung von Begleitern des Kometen Anfangs August 1889 ist von Charlois und Bigourdan Ende August bestätigt worden. Letzterer hat rückwärts unter der Voraussetzung, daß die Zunahme des Abstandes des einen Begleitkometen proportional der Zeit vor sich gehe, die Trennung desselben vom Hauptkometen für den 15. April 1889 berechnet, etwa 4 Monate vor dem Durchgange durch die Sonnennähe. Nach dieser Messung hat der Abstand des Kometen vom 4. bis 30. August von 267″ auf 331″ zugenommen. Der erste und zweite Begleitkomet liegen in der direkten Verlängerung des Hauptkometen und zeigen Schweifansätze, wohingegen der dritte und vierte Begleitkomet ein mehr nebelartiges Aussehen zeigen. (Siehe unsere Abbildung.) In allen vier Begleitkometen ist eine sternartige Verdichtung gesehen worden. Spitaler konnte den ersten Begleiter am 21. Oktober nur noch mit großer Mühe zeitweilig als ein schwaches Nebelchen mit einem zuweilen darin aufblitzenden Kern wahrnehmen. Einen Tag später war er gar nicht mehr zu sehen, obgleich der Luftzustand ein sehr guter war. Der zweite Begleiter hatte jedoch an Helligkeit bedeutend zugenommen. Sein Kern glich einem Stern 12. Größe und war von einer weißlichen Koma von beiläufig 150″ Durchmesser umgeben. Er stand schon 360″ vom Hauptkometen ab. Es ist interessant, daß der erste Begleitkomet am 5. September von Barnard nur wie ein großer, ungemein blasser und verschwommener Nebel beschrieben wird, der sich bald darauf völlig auflöste. Dasselbe Schicksal erlitt der zweite Begleitkomet, aber erst nachdem er am 31. August heller geworden war als der Hauptkomet. Am 25. November verschwand dieser zweite Begleitkomet sogar aus dem Gesichtsfelde des 36-Zöllers der Licksternwarte und war somit auch dem Schicksal der Unsichtbarkeit verfallen. Es ist wohl verständlich, daß die merkwürdigen Lichtschwankungen der Begleitkometen zurzeit großes Aufsehen erregten. Obgleich solche Lichtschwankungen noch mehrfach beobachtet worden sind, läßt sich eine befriedigende Erklärung hierfür noch nicht geben, jedoch

halte ich es nicht für unwahrscheinlich, daß Vorgänge auf der Sonne eine große Rolle dabei spielen.

Auch der Hauptkomet erblaßte immer mehr, jedoch gelang es Barnard, ihn infolge der günstigen Bahnlage nach einer Ephemeride von Berberich am 22. November 1890 wieder aufzufinden und ihn bis zum 13. Januar 1891 fünfmal zu beobachten, als der Komet nur noch ein schwaches kleines Scheibchen von 6 bis 10″ Durchmesser und etwa 17. Größe war. Barnard zählt es zu den schwierigsten Objekten, die er jemals am Himmel beobachtet hat. Nach der Bahnbestimmung von Bauschinger betrug an diesem letzten Beobachtungstage, also am 13. Januar 1891, die Entfernung des Kometen von der Sonne 3,8, von der Erde 2,8, wenn wir die bekannte Entfernung Erde—Sonne als Einheit nehmen. Die Sichtbarkeitsdauer des Kometen wurde durch diese letzte Beobachtung, da er am 6. Juli 1889 entdeckt wurde, auf 556 Tage gebracht.

Bei der nächsten Wiederkehr des Kometen im Jahre 1896 war nur ein einfacher Komet zu sehen, der aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem Hauptkometen vom Jahre 1889 identisch war. Es sei daran erinnert, daß der Komet Brooks im Jahre 1886 so dicht am Jupiter vorbeimarschiert ist, daß er dessen Oberfläche gestreift hat, worauf wohl die Umgestaltung seiner Bahn wie auch das spätere Abmarschieren der Begleitkometen zurückzuführen ist. Die inneren Kräfte des Kometen haben wohl nicht ausgereicht, um die verschiedenen Wirkungen der anziehenden Kräfte des Jupiters auf die einzelnen Teile des Kometen auszugleichen.

Auch bei seiner letzten Wiederkehr im Jahre 1903 sind ebensowenig wie im Jahre 1896 die Nebenkometen gesehen worden, obgleich ihn Aitken bereits am 19. August 1902 im Sternbilde der südlichen Fische auf Grund der Bauschingerschen Bahnbestimmung, die auf 445 vorhandenen Beobachtungen fußte und die Störungen von Jupiter, Saturn und Erde berücksichtigte, aufgefunden hatte. Auch bei seiner diesmaligen Wiederkehr hat man bisher vergeblich nach Begleitkometen Ausschau gehalten, so daß wohl vermutet werden kann, daß diese sich weiter aufgelöst bezw. besondere Bahnen im Weltall eingeschlagen haben, die sie nicht wieder in die Nähe der Erde zurückführen.



Der Aralsee und die Richtungsveränderungen im Laufe des Flusses Amu-Darja.

Von Karl von Lysakowski.

Im Jahrbuche für 1908 der turkestanischen Abteilung der Kaiserlich russischen geographischen Gesellschaft erschien ein sehr ausführliches Werk von L. Berg über den Aralsee. Trotzdem die Erforschung der russischen Seen im letzten Jahrzehnt zu einer großen und bedeutenden Entwicklung gelangt ist, hatten wir bis dahin keine ausführliche Monographie über die vaterländische Limnologie. In der ausländischen Literatur sind nur zwei derartige Werke vorhanden: eine Monographie in drei Bänden von Professor Forel über den Genfer See und eine ausführliche Beschreibung des ungarischen Balaton-Sees (Platten-See). Letzteres Werk ist die Gesamtarbeit einer ganzen Reihe von Forschern und Fachgelehrten. Die Arbeit von L. Berg ist der erste Versuch einer ausführlichen Beschreibung eines der größten und bedeutendsten Becken Rußlands in physikalischer und geo-

graphischer Hinsicht; dieses Werk hat einen um so größeren Wert, als es keine Kompilationsarbeit, sondern eine ausführliche Beschreibung der eigenen Beobachtungen und Erforschungen des Verfassers ist. Es ist vorzüglich durchgearbeitet und in der Darstellung sehr klar; man bemerkt sofort, daß der Verfasser mit der Literatur des Gegenstandes, den er behandelt, völlig vertraut ist. Das Buch ist illustriert und enthält 78 Klischees, 6 Tafeln sowie 2 geographische Karten. Den verschiedenen Teilen der Limnologie entsprechend, ist es in 10 Kapitel eingeteilt.

Im ersten Kapitel schildert der Verfasser kurz die Geschichte der den Aralsee betreffenden Forschungen. Die erste Erwähnung des Aralsees finden wir bei dem arabischen Schriftsteller Ibn-Ruste, der im 10. Jahrhundert nach Christi lebte; den alten Griechen und Römern scheint der See unbekannt gewesen zu sein. Auch die erste geographische Karte des Sees datiert vom 10. Jahrhundert nach Christi und ist von dem arabischen Geographen Istarchi gemacht worden. Im Jahre 1339 erwähnt Kasuvingi, daß ein Teil der Gewässer des Flusses Amu-Darja seinen Lauf in der Richtung nach dem Kaspischen Meere nähmen. Ganz interessante Mitteilungen enthält ein Werk des Geographen Remezoff vom Jahre 1701. Der Feldzug von Berkowitsh (1715 bis 1717) nach Khiwa trug viel dazu bei, unsere Kenntnisse von dieser Gegend zu vermehren. Die erste offizielle russische Aufnahme einer Karte des Aralsees ist im Jahre 1740 von Muraview gemacht worden. Im 19. Jahrhundert besuchten den Aralsee Graf Berg, Nikiforow, Butenew, Butakow, Sievertzew, Barbot-de-Marny, Alenitzine, Tillo, Dorandta, Schultz, Abich, K. Schmidt u. a.

Im zweiten Kapitel behandelt der Verfasser die Topographie und Hydrographie des Aralsees. Es befinden sich an dem Aralsee drei Forschungsstationen, eine in Kara-Kamak, gegründet von Graf Tillo (1874), die zweite von L. Berg auf dem Felsen Tokpakaulie errichtet, und eine dritte Station, die den Namen Aralsee trägt und in der sich ein Limnograph befindet, der im Jahre 1905 dort aufgestellt wurde. Die absolute Höhe des Wasserspiegels des Aralsees beträgt 50 m, und die Grundfläche hat nach den Berechnnngen von Schokalski und Tillo nach der 100-Werstkarte des Generalstabes eine Ausdehnung von 67 820 qkm, während die Oberfläche nach den Messungen von Berg mit den Inseln 64 490 qkm, ohne Inseln 63 270 qkm groß ist. Also übertrifft der Aralsee an Größe alle andern Seen der Welt mit Ausnahme des Kaspischen Meeres und des Oberen Sees in Nordamerika. Die größte Länge des Sees beträgt 428 km, die größte Tiefe 68 m und die durchschnittliche Tiefe 16 m. Im Verhältnis zur Oberflächenausdehnung ist die Tiefe sehr unbedeutend. Die Oberfläche des Aralsees ist 110 mal so groß wie die des Genfer Sees, aber an Wassermasse übertrifft er ihn nur 11 mal.

Im mittleren Teile des Sees schwankt die Tiefe zwischen 20 und 28 m; Tiefen von mehr als 30 m ziehen sich in einem schmalen Streifen in einer Ausdehnung von 100 Seemeilen längs des westlichen Ufers entlang. Das ganze Seebecken erreicht 1 835 000 qkm; allein die Oberfläche des Teils des Bassins, der unmittelbar mit seinen Gewässern den Aralsee enthält, übertrifft nicht 600000 qkm (einschließlich der Oberfläche des Sees selbst); die Flüsse Amu-Darja und Syr-Darja bringen zusammen ungefähr 2500 cbm Wasser pro Sekunde.

Im dritten Kapitel ist die Morphologie der Ufer dargelegt. Nach den Beobachtungen von Berg gehört das westliche Ufer zu der Art der ebenen Ufer, das nördliche zu der der ruderschaufelartigen, weil schmale Landstrecken,

die die Form einer Ruderschaufel haben, in den See einschneiden. Das südliche Ufer ist gemischter Art. Am östlichen Ufer finden wir eine besondere Art Uferbuchten der sogenannten aralischen Art, die sich durch eine Anzahl Buchten, die in ein unbevölkertes Land eindringen, kennzeichnet. Nach der Meinung des Verfassers rührt diese Eigenart des Ufers von der Ausdehnung des Sees infolge der Erhöhung seines Wasserspiegels an einem Orte, der vom Winde erodiert wird, her. Die von den Flüssen mitgebrachten Ablagerungen, 34,26 Mill. Kubikmeter pro Jahr, können das ganze Kesseltal des Aralsees nach 29 100 Jahren anfüllen. Die infolge der Ablagerung des Schlammes unvermeidliche Erhöhung des Wasserspiegels, 0,5 mm pro Jahr, muß nach einem Verlaufe von 8000 Jahren 4 m betragen.

Im vierten Kapitel behandelt der Verfasser die Klimatologie des Aralsees und seiner Umgebung. Die durchschnittliche Jahrestemperatur ist in Kisildschar (an der Mündung des Flusses Syr-Darja) 7,6°. Im Monat Juli steigt sie auf 25,3°, im Monat Februar fällt sie bis auf —25°. Die Anzahl der bewölkten Tage ist unbedeutend. Nebel kommt selten vor, die Niederschläge erreichen 108 mm pro Jahr. Im Sommer sind NW.- und W.-Winde vorwiegend, zu andern Jahreszeiten solche aus NO. Nach den Beobachtungen, die in Kazalinsk (1885 bis 1899) gemacht worden sind, ist die durchschnittliche jährliche Verdunstung 1020 mm, die durchschnittliche jährliche Niederschlagshöhe 122 mm, das Verhältnis der Niederschläge zur Verdunstung also wie 1 : 8,4. In den feuchten Jahren ist der Unterschied geringer (1896 1 : 4,8), in den trockenen bedeutender (1893 1 : 13,9).

Fünftes Kapitel. Hydrologie. Die eigentümliche Zusammensetzung des Wassers, die ganz derjenigen des Kaspischen Meeres gleicht, der Reichtum an Sulfaten und der Mangel an Chloriden ist das charakteristische Kennzeichen des Wassers dieses Sees. Das Schwarze Meer enthält im Gegensatz hierzu schwach salzhaltiges Meerwasser. Infolgedessen betrachtet der Verfasser den Aralsee und das Kaspische Meer als Seen und nicht als Meere.

Der Salzgehalt auf der Oberfläche erreicht 1,03°/₀, das spezifische Gewicht ist 1,0086. Ein schwächerer Salzgehalt des Wassers längs des westlichen Ufers läßt sich durch eine Strömung erklären, die, von der Mündung des Flusses Amu ausgehend, sich nach Norden richtet. Das spezifische Gewicht in einer Tiefe von 61 m ist 1,0097. Die höchste Temperatur, die auf der Oberfläche in der Mitte des Sees beobachtet wurde, ist 27,8°, die täglichen Schwankungen sind 0,8 bis 12°. Im Sommer ist die Temperatur des Wassers sowohl am Tage als auch in der Nacht immer geringer als die umgebende Luft; der Aralsee übt eine mäßigende Wirkung auf das Klima der Ufer aus. Der See friert jedes Jahr in seinem nordöstlichen Teile zu und bleibt in manchen Jahren 160 Tage zugefroren; die Dicke des Eises übersteigt jedoch nicht $^3/_4$ m. Nach Ansicht des Verfassers nähert sich der Aralsee auch nach den Temperaturbestimmungen in der Tiefe mehr dem Typus der Süßwasserseen. Die Tiefentemperaturen sind sehr verschieden; im Juli und August finden wir folgende Temperaturen:

Tiefe	Temperatur
10 m	10,7°
20 -	5,5
40 -	1,6
60 -	1,0

Das Sinken der Temperatur mit der Tiefe ist sehr ungleichmäßig. Der sogenannte Temperatursprung ist an manchen Stellen sehr scharf ausgeprägt. Am 11. August beobachtete der Verfasser die folgende Verteilung der Temperatur des Wassers in der Tiefe:

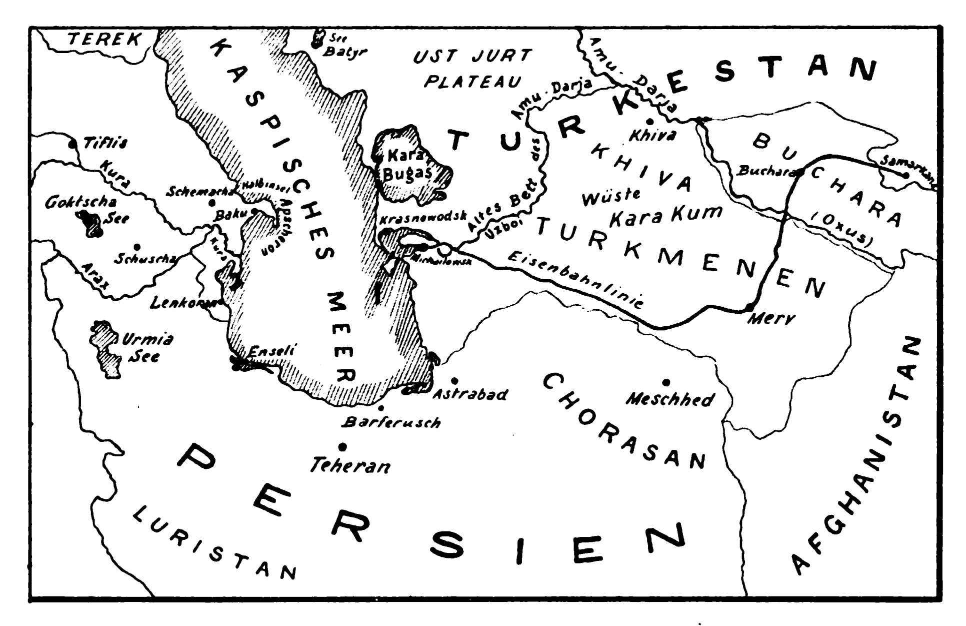
0 m	16 m	16,5 m	17 m
22,6°	17,8°	16,9°	4,8°

Es findet sich also auf einer Strecke von $^1/_2$ m ein Unterschied in der Temperatur des Wassers von 12°, woraus zu schließen ist, daß die Temperatur mit der Tiefe um 0,24° pro Zentimeter fällt. Nach L. Berg ist dies das rascheste Sinken der Temperatur, das überhaupt auf der Welt beobachtet worden ist. Aber nach den Beobachtungen von Kuznefzow, der den Baikalsee in Sibirien in den Jahren 1902, 1907 und 1908 besuchte, soll dort der Temperatursturz nicht geringer, vielleicht sogar schärfer ausgeprägt sein als in dem Aralsee. Die Temperatur soll mit jedem Zentimeter um 1° sinken. Zu Zeiten wurde auch ein unbedeutendes Steigen der Temperatur mit der Tiefe beobachtet (1902 bis 1903).

Die Durchsichtigkeit des Wassers des Aralsees ist bis zu einer Tiefe von 24 m sehr stark. Seine Färbung in der Mitte des Sees ist dunkelblau (III. Stufe, Forel).

Im sechsten Kapitel betrachtet der Verfasser die Veränderungen des Wasserspiegels und die Strömungen des Aralsees. Die jährlichen Schwankungen des Wasserspiegels sind unbedeutend (im Jahre 1903 0,34 m). Das Maximum fällt in die zweite Hälfte des Sommers oder in den Septembermonat, das Minimum in den Monat November, wenn man nach den Ergebnissen einer geringen Anzahl von Beobachtungen urteilen darf. Dagegen ist die tägliche Amplitude sehr bedeutend. Von der Mündung des Flusses Amu-Darja ausgehend, ist eine Strömung längs des westlichen Ufers in nördlicher Richtung zu beobachten, und von der Mündung des Flusses Syr-Darja aus geht eine solche längs des östlichen Ufers nach Süden; auf diese Weise kann in dem Aralsee eine Rundströmung des Wassers in der Richtung der Uhrzeiger beobachtet werden. Nach langjährigen Beobachtungen wechseln bei dem Aralsee Perioden hohen Wasserstandes mit Perioden niederen Wasserstandes. Dasselbe ist auch bei manchen andern Seen Zentralasiens und Sibiriens der Fall. Die Daten, die der Verfasser zusammenbrachte, geben uns einen Begriff von der Veränderlichkeit des Wasserspiegels seit dem Jahre 1780. Im Jahre 1785 war der Wasserspiegel sehr hoch, in den Jahren 1820 bis 1830 war er niedrig, in den Jahren 1835 bis 1850 wieder hoch; im Jahre 1870 trat ein kleines Maximum ein, im Jahre 1880 wieder ein Minimum, im Jahre 1885 bemerkte man wieder eine Erhöhung des Wasserspiegels, die noch jetzt anhält und (1885 bis 1908) 3 m betrug. Die Schwankungen des Wasserspiegels des Aralsees stimmen mit denen mancher andern Seen Turkestans und Sibiriens überein. Das Studium der historischen Geographie Turkestans führte den Verfasser zum Schlusse, daß sich seit historischen Zeiten das Klima Turkestans nicht bedeutend verändert hat. Infolgedessen muß man die Ansicht einer fortschreitenden Austrocknung Zentralasiens, die so lange unter den russischen Gelehrten bestand und noch heute unter manchen europäischen Gelehrten besteht, ganz aufgeben.

In der berühmten Geographie von Elisée Reclus finden wir über diese Schwankungen folgendes: „Es ist leicht zu verstehen, daß der Wasserspiegel des Aralsees öfters während der Jahrhunderte schwankte, da zu dem Klima



Das Kaspische Meer und das alte Flußbett des Amu-Darja.



Der Aralsee und die Richtungsveränderungen im Laufe des Flusses Amu-Darja.

infolge von Schwankungen in der Niederschlagsmenge und der Pflanzenwelt auch die Richtungsänderung des Oxus[1]) hinzukam. Wenn auch zahlreiche Anzeichen, und namentlich Niveaulinien auf den westlichen Abhängen, bezeugen, daß der Wasserspiegel zu einer früheren Periode viel höher stand als jetzt, so gibt es auch wieder andere, die beweisen, daß der Wasserspiegel in einer früheren Epoche viel niedriger gestanden haben muß als heutzutage. Es hat also der Wasserspiegel des Sees bald zu- und bald abgenommen, seitdem der Mensch seine Ufer bewohnt. Man hat diesen See auch Meer genannt, eine Bezeichnung, die er weniger seiner Tiefe als seiner Ausdehnung wegen verdient. Der See hängt hauptsächlich von den zwei Hauptflüssen, die sich in ihn ergießen, dem Amu und dem Syr-Darja, ab. Sollten diese Flüsse sich wieder einmal dem Kaspischen Meere zuwenden, so würde der Aralsee im Laufe mehrerer Jahre fast austrocknen. Es ist jetzt ganz bestimmt bewiesen, daß der Fluß Amu-Darja zweimal den Aralsee verließ, um ins Kaspische Meer zu münden, und es ist unzweifelhaft, daß im Laufe der Geschichte der Aralsee manchmal nur den Anblick eines kleinen Sees bot. Diese merkwürdigen Änderungen können bis jetzt nicht völlig erklärt werden. Manche Gelehrte behaupten, daß zwischen zwei Maxima und zwei Minima eine Periode von 33 Jahren liegt, aber die letzten Forschungen haben diese Angaben nicht einwandfrei bestätigt.

Die großen Veränderungen in der Richtung des Flusses Oxus seit historischen Zeiten gehören zu den bedeutendsten Ereignissen der Physiographie, und man kann mit ihnen nur die Veränderungen, die im Laufe des Hoang-ho vorkommen, vergleichen. Von der Mitte des 13. Jahrhunderts bis zur Mitte des 16. war der Fluß Amu-Darja ein Zufluß des Kaspischen Meeres, aber zweimal seit der Zeit der alten griechischen Geschichtsschreiber veränderte er seine Richtung zum Kaspischen Meere und floß dem Aralsee zu.

Zu Strabons Zeit mündete der Oxus in das Kaspische Meer, so daß der Handelsverkehr der Bewohner der Ufer des Schwarzen Meeres mit Indien vermittelst dieses Flusses getrieben wurde. Nach Alexanders Eroberungen, nach der Gründung der griechischen Staaten am Oxus und der Erforschung des östlichen Ufers des Kaspischen Meeres scheint ein Irrtum in unseren Kenntnissen vom Laufe des Amu Darja ausgeschlossen, aber zur Zeit der ersten arabischen und türkischen Geschichtschreiber hatte sich dieser Fluß schon nach Norden gewendet und mündete in den Aralsee. Alle arabischen Urkunden dieser Zeit bezeugen es unzweideutig. Im XIII. Jahrhundert nahm der Amu Darja seinen Lauf wieder nach dem Kaspischen Meere, wohin ihn eine ziemlich bedeutende Senkung des Erdbodens führte. Dieser Abhang fällt ungefähr um 14 cm pro Kilometer; aber um die Mitte des XVI. Jahrhunderts wendet sich der Fluß wieder nach Norden, dem Aralsee zu.

Diese Änderungen wurden von einer ganzen Reihe Gelehrter nicht anerkannt und nur wenige geographische Fragen verursachten einen solchen Streit. Man leugnete sogar das Faktum, daß der Oxus zur Zeit der alten Griechen ins Kaspische Meer mündete; man behauptete, daß das alte Flußbett nur zu geologischen Zeiten existiert hat und daß nur damals der Fluß durch dasselbe floß. Aber die historischen Urkunden sind doch vorhanden. Die bestimmten historischen Zeugnisse, die von Rawlinson, Yule und Brunn angeführt sind, lassen keinen Zweifel darüber. Man kennt nur nicht genau das

[1]) Der alte Name des Amu-Darja.

Datum der Umkehr des Oxus nach dem Aralsee. Jedenfalls floß der Oxus nicht mehr ins Kaspische Meer, als der englische Reisende Jenkinson im Jahre 1559 Turkestan besuchte; aber er bewässerte noch die westlich von Kunio-Urgendj gelegenen Gegenden. Nach dem Zeugnisse von Abdu-Gazi, Khan von Urgendi, wendete sich der Oxus allmählich nach Osten und floß im Jahre 1575 schon in den Aralsee. Er erzählt von Veränderungen, die dieser Richtungswechsel in der Landwirtschaft verursachte.

Als Muraview im Jahre 1819 einen Teil des ehemaligen Flußbettes fand, wurde seine Entdeckung mit Mißtrauen aufgenommen; aber Vambery, Karelin und andere Reisende bestätigten seine Angaben. — Als im Jahre 1871 zum Feldzug nach Khiva gerüstet wurde, wurden von Stebnitzki Forschungen unternommen, die von der ehemaligen Mündung 300 km nach dem inneren Turkestan hinauf führten, Gluckowski erforschte das Flußbett bei Khiva und Lupandin im mittleren Teile. Auf diese Weise konnte eine genaue Karte des ehemaligen Amu-Darja wieder hergestellt werden. Das verlassene Flußbett, das eine durchschnittliche Breite von 1 km aufweist, ist so genau zu erkennen, als wenn es eben erst vom Wasser des Flusses verlassen worden wäre. Die Turkmenen zeigen noch heutzutage die Bewässerungskanäle die vom Oxus stammten.

Dieses verlassene Flußbett wird jetzt allgemein „Uzboi“ genannt. Der Uzboi fängt etwas östlich von dem Delta des Amu-Darja an und wendet sich nach dem Doppel-See Sari-Kamisch. Nach diesem Doppelsee, der einst ein ganzes System von Seen bildete und dessen Wasser vor den hydrographischen Arbeiten der Russen viel salziger war als Meereswasser, nimmt der „Uzboi“ eine südliche Richtung an, um die Anhöhen von Ust-Urt zu umgehen; später wendet er sich nach Osten und erreicht den Balchan-Busen, der am südöstlichen Ufer des Kaspischen Meeres gelegen ist. Die Länge des Uzboi von dem gegenwärtigen Flußbette des Amu-Darja bis zu seiner ehemaligen Mündung im Kaspischen Meere beträgt 900 km. Die Trümmer der Städte, die man an dem Ufern des Uzboi findet, namentlich zwischen dem Amu-Darja und dem Sori-Kanisch, gehören zwei verschiedenen Perioden an, die den beiden, zu denen der Fluß Oxus ins Kaspische Meer floß, entsprechen. Die Ruinen beweisen einen viel höheren Kulturzustand als denjenigen der späteren Städte.

Diese Veränderungen in der Richtung des Oxus sind in geologisch-geographischer Hinsicht höchst merkwürdig und konnten bis jetzt in keiner Weise erklärt werden.

Im siebenten Kapitel gibt der Verfasser eine Beschreibung der Ablagerungen auf dem Grunde. Aus der biologischen Karte, die er beigelegt hat, kann man klar erkennen, daß Sandablagerungen ungefähr bis zu einer Tiefe von 10 m reichen. Alles andere ist mit grauem Schlamm bedeckt; nur in der größten Tiefe, am westlichen Ufer, findet man schwarzen Schlamm.

Im achten Kapitel betrachtet der Verfasser die Flora und die Fauna der Gegend. Es sind in dem Aralsee nur 137 Pflanzenarten gefunden worden. Das Vorhandensein von Chaetoteros, Coscinodiscus und Acttinoptychus ist charakteristisch. Von Mollusken hat man nur 7 Arten gefunden, 18 Arten Fische und eine Amfipode. Das läßt sich dadurch erklären, daß der Aralsee, ehe seine Gewässer durch den Amu-Darja in Verbindung mit dem Kaspischen Meere standen, ein Süßwassersee war und später durch das Salzwasser alle die Lebewesen verschwanden, die sich den neuen Lebensbedingungen nicht anpassen

konnten. Die Fauna das Aralsees besteht aus endemischen Arten, die auch dem Kaspischen Meere eigen sind und aus solchen, die sich in anderen Seen und Meeren befinden.

Im neunten Kapitel behandelt der Verfasser die geologische Struktur der Ufer des Aralsees. Man trifft hier Formationen verschiedener geologischer Perioden. So befinden sich hier Oberjura und Kreideformationen, tertiäre nummulitische Kalksteine und quaternäre Ablagerungen. Diese dem Kaspischen Meere und dem Aralsee gemeinsamen Gesteine führten den Verfasser auf den Gedanken, daß zu einer weitzurückliegenden geologischen Aral-Kaspischen Periode die beiden Meere in Verbindung standen. Das Sinken des Wasserspiegels des Kaspischen Meeres hatte zur Folge, daß der Aralsee sich später in einen Süßwassersee verwandelte. Später, aber doch noch zu vorhistorischen Zeiten, fing der Aralsee an auszutrocknen und sich allmählich in ein salzhaltiges Becken zu verwandeln. Die historischen Angaben beweisen, wie schon erwähnt worden ist, daß seit der Hälfte des XIII. bis zur Mitte des XVI. Jahrhunderts die Gewässer des Flusses Amu-Darja ins Kaspische Meer mündeten; die Ursache davon ist wahrscheinlich eine Zunahme der atmosphärischen Niederschläge gewesen. Das Entstehen des Aralsees ist wohl tektonisch; das Kesseltal hat sich wahrscheinlich am Ende der Miocänperiode gebildet.

Wie schon gesagt, ist das von Berg gesammelte Material sehr interessant und reichhaltig. Es ist sehr sorgfältig und peinlich analysiert worden, und der Verfasser hat alles mit großer Sorgfalt untersucht. Nur an wenigen Stellen sind seine Angaben nicht ganz genau, und es sind nicht alle Beweise und Schlüsse genügend begründet.



Die Entdeckung eines neuen Sterns im Sternbilde der Eidechse.

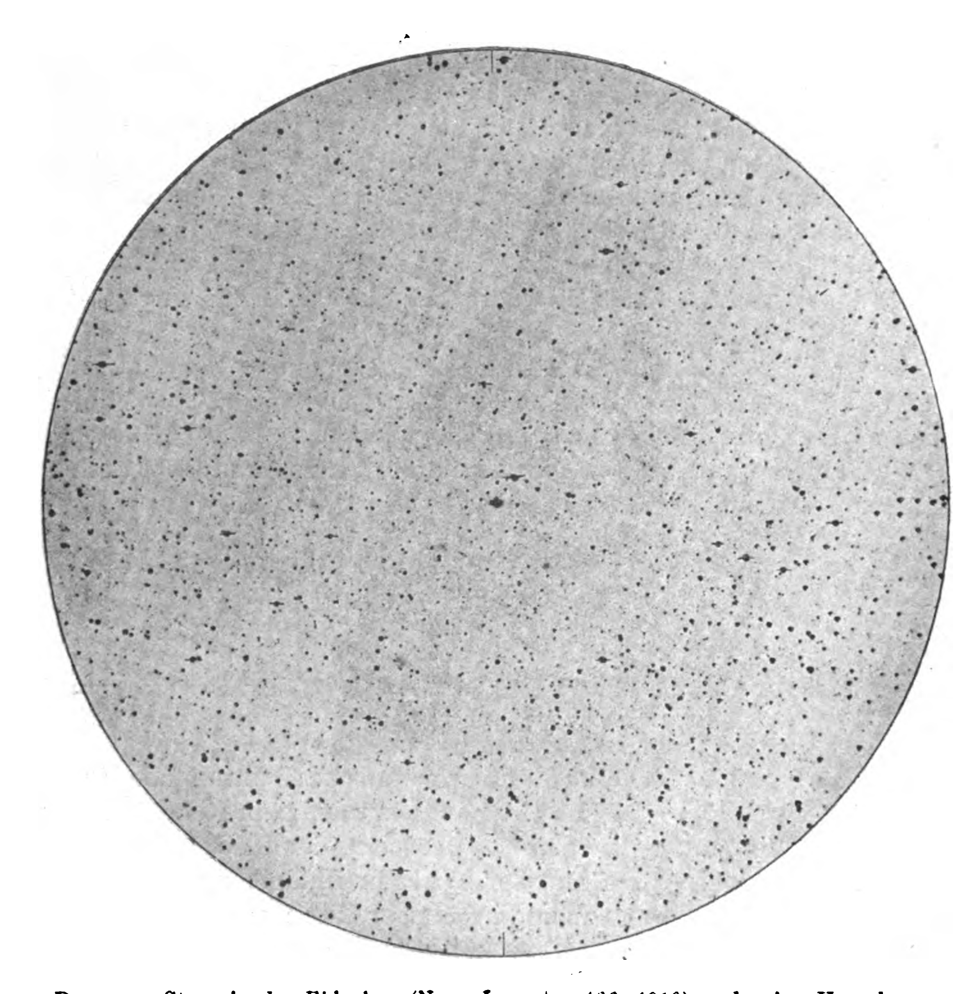
Von Dr. F. S. Archenhold.

Am 31. Dezember 1910 erhielt die astronomische Zentralstelle in Kiel aus Greenwich ein Telegramm, Espin in Towlaw habe in Rekt. $22^h\ 32^m\ 9^s,5$ und in Dekl. $+\ 52^0\ 15'\ 21''$ einen neuen Stern entdeckt, der 8. Größe sei und dessen Spektrum helle Linien zeige. Professor Wolf in Heidelberg konnte feststellen, daß diese Nova bereits auf den Platten früherer Jahre als ein Stern 12. bis 13. Größe vorhanden war.

K. Graff fand auf der Bergedorfer Sternwarte am 2. Januar 1911 beim Einstellen dieser Espinschen Nova den Stern im $9\frac{1}{2}$ zölligen Äquatoreal auffallend hell und von eigenartiger Rosafarbe ähnlich wie die Nova Persei im Mai 1901. Im Heustreuschen Okularspektroskop war je eine helle Linie im Rot und im Blau zu erkennen; eine weitere Aufhellung lag im gelben und violetten Teile des Spektrums, wohingegen eine stärkere Absorption im Orange und jenseits der F-Linie bemerkbar war. Die Helligkeitsschätzung ergab für die Nova 6,8. Größe. Da der Stern der 137. veränderliche ist, der im Jahre 1910 entdeckt worden ist, so hat er die Bezeichnung „Nova Lacertae 137. 1910“ erhalten. Die Eidechse liegt zwischen den größeren Sternbildern Schwan, Andromeda und Cassiopeja, und zwar findet man den Ort des neuen Sterns am besten, indem man

von den beiden hellen Sternen γ, β in der Cassiopeja ausgeht und den zwischen ihnen liegenden Abstand nach dem Schwan zu verdoppelt.

Das Towlaw Observatorium in der Grafschaft Durham in England ist in Wolsingham 1885 begründet worden und erst drei Jahre später nach Towlaw, welches 302 m über dem Meere liegt, verlegt worden. Espin beschäftigt sich hauptsächlich mit der Beobachtung von veränderlichen Sternen und mit solchen Sternen, die besonders eigentümliche Spektren zeigen, was zumeist bei den neuen und veränderlichen Sternen der Fall ist. Wir finden in den A. N. No. 4466 eine Aufnahme von Professor Wolf, die er in der einzigen halben Stunde, die



Der neue Stern in der Eidechse (Nova Lacertae 136, 1910) und seine Umgebung.

es seit Wochen klar war, mit seinem Reflektor erhalten hat (s. Abbildung). Das Instrument war wegen einer vorangegangenen Reparatur nicht gut im Focus, die Aufnahme geschah 1911 Januar 2 von 9^h $4{,}1^m$ bis $35{,}1^m$. Der neue Stern selbst liegt im Zentrum der Aufnahme, und alle Sterne, welche in der Bonner Durchmusterung sich vorfinden, sind auf der Reproduktion dadurch kenntlich gemacht, daß sie einen wagerechten Strich zeigen. Nahe der Nova liegt rechts oben der Stern der Bonner Durchmusterung + $51^0 3420$. Seine Helligkeit ist 8,3. Größe, woraus hervorgeht, daß die Nova selbst auch am 4. Januar noch be-

deutend heller war. Die kleinsten Sterne, welche auf der Photographie wiedergegeben sind, dürften der 15. oder 16. Größe angehören. Nach dem Plattenmaterial der Königsstuhl-Sternwarte ist die Gegend i. J. 1894 am 9. und 11. Januar 2 Stunden 30 Minuten mit einem Sechszöller belichtet und am 15. Juli im Jahre 1904 3 Stunden 46 Min. photographiert worden. An dem Orte des neuen Sternes stand damals ein Stern 12. bis 13. Größe, der hiernach die jetzige Katastrophe erlebt haben muß.

Auch hat Prof. Barnard den neuen Stern auf 4 Aufnahmen nachträglich aufgefunden als einen Stern 14. Größe und zwar auf Photographien aus den Jahren 1893, 1907 und 1909 Aug. 22 und 24. Im 40-Zöller der Yerkes-Sternwarte zeigte die „Nova Lacertae" ebenso wie die „Nova Geminorum" zwei verschiedene um 8 mm auseinanderliegende Bilder. Das eine der Bilder liegt im gewöhnlichen Brennpunkte und ist nur wenig gefärbt; das andere, scharfe ist karminrot und liegt 8 mm weit vom Objektiv ab. Es wird sehr wahrscheinlich von der hellen $H\alpha$-Wasserstofflinie erzeugt.

Millosevich schätzte den Stern am 10. Januar nur noch 7,4. Größe. Professor Eberhard und Dr. Münch haben in Potsdam am 6., 7. und 8. Januar auf allen Spektralaufnahmen außer einigen schwächeren Linien besonders die sehr breiten und hellen Wasserstofflinien $H\alpha$ bis $H\eta$ und ein sehr helles Band bei λ 4654 erhalten. An der brechbareren Seite von $H\gamma$ zeigte sich deutlich ein breites Absorptionsband. Bei λ 4056 lag eine kräftige Emissionslinie und in der Nachbarschaft bei δ 4045 eine ebenso deutliche Absorptionslinie. Die Kalziumlinie (K-Linie) schien ganz schwach als Emissionslinie angedeutet zu sein.

Wir haben schon des öfteren[1]) darauf hingewiesen, daß das Aufleuchten neuer Sterne zumeist durch das Zusammenstoßen abgekühlter Welten mit kosmischen Nebeln verursacht wird und daß die hellen Linien von den eingeleiteten Glühprozessen beredtes Zeugnis ablegen.



Kleine Mitteilungen.

Die Entdeckung eines Veränderlichen oder eines neuen Sterns in den Fischen (Nova 134, 1910 Piscium) wird vom Herrn Ernst in den A. N. 4465 gemeldet. Bei der Vergleichung von Aufnahmen kleiner Planeten zeigte es sich, daß ein Stern zehnter Größe Rekt. $0^h\ 27^m,3$, Dekl. $= +9^\circ\ 30'$ (Epoche 1855,0) auf einer neuen Aufnahme fehlte, jedoch auf zwei Platten einer solchen vom 13. September 1907, die gleichzeitig mit einem Sechszöller aufgenommen worden sind, vorhanden war. Die zweite Aufnahme ist viermal solange exponiert wie die erste; trotzdem hat das fragliche Objekt auf der kürzer exponierten Platte die Helligkeit eines Sterns 8,8. Größe, auf der viermal so lange exponierten Platte nur die Helligkeit 10. Größe. Es ist also wahrscheinlich, daß der Stern während der Aufnahme an Helligkeit stark abgenommen hat, vielleicht sogar unsichtbar geworden ist. Die Form der beiden Bilder läßt es kaum zweifelhaft erscheinen, daß das photographische Objekt ein Stern war. Da es sich um eine Gegend am Himmel handelt (in der Nähe von 42 Piscium), die wohl auch an anderen Sternwarten häufig photographiert wird, so darf man weitere Aufschlüsse erwarten, nachdem die entsprechenden Aufnahmen untersucht sind. Der Stern fehlt auf allen anderen vorhandenen Platten — es sind 18 der Zahl nach —, welche in Heidelberg vom 21. Oktober 1894 bis 1. Oktober 1910 mit einer Expositionsdauer von einer Stunde bis zwei Stunden und 50 Minuten auf der Heidelberger Sternwarte gemacht worden sind. F. S. A.

[1]) Vergl. „Der neue Stern im Perseus von F. S. Archenhold im „Weltall" Jg. 1, S. 93. Weitere Mitteilungen über andere neue Sterne im Jg. 1, S. 108, 132, 222. Jg. 6, S. 64, 145, 171. Jg. 11, S. 23. Nova Sagittarii Nr. 2.



Die „Vermondung" der Erde und der Planeten Eine Möglichkeit, durch welche der Bestand des Sonnensystems gefährdet wird, ist die sogen. „Lunarisierung" des Planeten, was man als „Vermondung" bezeichnen könnte. Es ist darunter zu verstehen, daß die Planeten, und als typischer von ihnen die Erde, in den Zustand des Mondes kommen, mechanisch sowohl wie auch physisch, der Körperbeschaffenheit nach.

Wir alle kennen die Erscheinung der Ebbe und Flut, der Gezeiten. Sie besteht darin, daß der Mond und auch die Sonne das Wasser zu sich heranziehen, also besonders an denjenigen Stellen der Erde aufhäufen, die diesem Himmelskörper jeweils am nächsten stehen. Da sich nun aber die Erde dabei um ihre Achse dreht, so rollt sie gewissermaßen unter den entstehenden Flutbergen immerwährend dahin. Die Gestaltung der zusammenhängenden Ländermassen (Kontinente) und der Inseln aber stellen sich den Flutbergen entgegen. Die Flut schlägt an sie an und bricht sich, muß seitlich ausweichen, um dem Monde oder der Sonne zu folgen. Diese ewige Arbeit des Anschlagens und der Reibung der Flutberge an der Erde hemmt diese naturgemäß in ihrer täglichen Umdrehung. Diese muß daher langsamer werden und schließlich ganz aufhören. Die Flut wirkt also wie ein Bremsschuh. Diese Bremswirkung muß auch auf die Umdrehung der Erde einen Einfluß haben; sie muß die Umdrehung der Erde verlangsamen, wie die Bremse das Rollen des Rades verlangsamt. Das heißt nichts anderes, als daß der Tag an Länge anwachsen muß, denn die Tageslänge wird ja durch die Umdrehung der Erde um ihre eigene Achse bestimmt. Das Bestreben der Gezeiten geht dahin, die Umdrehung der Erde um die eigene Achse so zu verlangsamen, daß sie gleich einem Umschwung um die Sonne wird, daß also der Erdentag gleich einem Jahre wird.

Macht man sich an einer kleinen Zeichnung klar, wie sich dann die Dinge gestalten müssen, so erkennt man, daß die Erde in diesem Endzustand gerade eine Umdrehung vollendet, wenn sie einmal auch um die Sonne gelaufen ist, d. h. die Erde kehrt dann der Sonne immer dieselbe Seite zu. Dieser Zustand besteht schon beim Monde in bezug auf die Erde. Der Mond kehrt der Erde immer dieselbe Seite zu, sodaß wir nur diese eine Seite kennen, die andere nicht. Der Umlauf des Mondes um die Erde stimmt also mit der Drehung um seine Achse überein. Nun ist zwar die Erde für den Mond Zentralkörper, sie ist aber nicht Licht- und Wärmequelle, wenigstens nicht in erheblichem Maße. Für den Mond ist vielmehr auch die Sonne Licht und Wärmequelle.

Anders bei der Erde. Für diese ist die Sonne nicht bloß Licht- und Wärmequelle, sondern auch Zentralkörper. Wenn die Erde der Sonne also immerwährend dieselbe Seite zukehrt, so empfängt nur diese Licht und Wärme von der Sonne, die abgekehrte Seite jedoch nichts von beiden. Jahraus, jahrein würde also die Sonne auf diese Seite der Erde herniederbrennen und eine Hitze erzeugen, die weit über diejenige des siedenden Wassers hinausgeht. Ein Leben wäre auf dieser Seite der Erde damit unmöglich Aber auch auf der andern Seite könnten wir keinen Tag zubringen, denn hier müßte eine unerträgliche Kälte herrschen, die keinen Pflanzenwuchs dulden würde. Die Kälte würde wahrscheinlich unter derjenigen der flüssigen Luft liegen, also unter 200°. Das bedingte noch ein anderes. Der Luftmantel der Erde würde hier nämlich verschwinden müssen Denn wenn die Temperatur dort so tief ist, daß sie unterhalb des Verflüssigungspunktes der Luft liegt, so muß sich die Luft dort verdichten und sich als Flüssigkeit niederschlagen. Damit würde aber Luft von der andern Seite der Erde nachströmen, sich abkühlen und sich ebenfalls verflüssigen. Dieser Vorgang würde solange anhalten, bis alle Luft verflüssigt wäre. Ihres Luftmantels wäre dann die Erde beraubt. Aus diesen wie auch aus anderen Gründen könnten also auf ihr Geschöpfe nicht mehr existieren.

Es ist hier der Ort darauf hinzuweisen, daß durch die letztere Betrachtung die Frage der Venusrotation eine überraschende Aufklärung erfährt. Wir wissen, daß die Venus eine Atmosphäre besitzt. Das könnte aber nicht der Fall sein, wenn sie keine Axenrotation besäße, denn sonst hätten sich die dortigen Luftgase längst verflüssigt oder gar verfestigt, in derselben Weise, wie soeben dargetan. Die Untersuchungen Schiaparellis aber ließen nur die beiden Möglichkeiten offen, entweder Rotation der Venus innerhalb ihrer Umlaufsperiode um die Sonne oder Rotationsdauer von etwa einem Erdentage. Den ersteren Fall schließen die physikalischen Umstände aus, es bleibt nur der zweite. Die Lehrbücher können auf diese Weise registrieren: Venus dreht sich um ihre Axe in ungefähr einem Erdentage. —

Der Astronom Darwin schloß aus den Tatsachen der Gezeitenerscheinungen, daß die Erde einstmals eine viel kürzere Umdrehungsdauer besessen haben muß. Robert Mayer, der Entdecker des Satzes von der Erhaltung der Energie und der englische Astronom Adams sowie Leverrier, die theoretischen Entdecker des Planeten Neptun, haben ausgerechnet, in welchem Maße die Umdrehung der Erde durch die Bremswirkung der Gezeiten vermindert wird. Der eine fand 0,0498 Sekunden,

der andere 0,01197 Sekunden innerhalb von 2000 Jahren. Dieser Betrag ist so klein, daß wir ihn bisher durch die Messung nicht nachzuweisen vermochten Daß eine solche Verzögerung aber vorhanden ist, ist zweifellos: denn irgendwo muß die Bremswirkung wieder zum Vorschein kommen. Rechnet man mit dem kleinen Betrag, so findet man, daß diese Verzögerung in

$$2000 : 0{,}01197 = 200\,000\,000 : 1197 : 167\,000$$

Jahren eine Sekunde beträgt. Soll also die Umdrehungszeit gleich der Umlaufszeit um die Sonne sein, so muß eine Verlangsamung um 364 Tage eintreten. Ein Tag hat nun $24 \times 60 \times 60 = 86\,400$ Sekunden; 364 Tage also $86\,400 \times 364 = 31\,449\,600$ Sekunden. Die Verlangsamung um eine Sekunde dauert 167 000 Jahre, die um 31 449 600 Sekunden soviel mal mehr, das sind rund 5¼ Billionen Jahre oder legen wir den viermal größeren Betrag zugrunde, so würde dieser Zustand schon nach 1¼ Billionen Jahren eintreten. Dabei ist zu bedenken, daß sich die Zeit noch verlängert, weil ja die abnehmende Rotation den Endzustand hinausziehen muß.

So lange aber spendet die Sonne nicht ihre Wärme und ihr Licht! Bis dahin ist beides so stark geschwächt, daß die Lebewelt aus diesem Grunde nicht mehr zu existieren vermöchte.

Was der Erde recht ist, ist jedem andern Planeten billig. Auch bei ihnen allen muß dieser Zustand eintreten, wenn auch in noch so langer Zeit. Beim Merkur scheint das schon jetzt bereits der Fall zu sein, bei der Venus sicher nicht, denn dieser Planet besitzt noch eine Atmosphäre, die er nach unseren früheren Ausführungen schon längst verloren hätte, wenn seine Rotationszeit gleich seiner Umlaufszeit um die Sonne wäre. Tritt also nicht der Fall eines Zusammenstoßes der Sonne mit einem andern Sterne ein, bei welcher Gelegenheit das ganze System unterginge, so werden die Planeten einer nach dem andern lunarisiert. Vorher aber wird die Sonne ihren Schein verloren und ihre wärmespendende Kraft eingebüßt haben. Alles im Sonnensystem wird tot daliegen und das System als tote, abgestorbene Welt durch den Weltraum fliegen. Aus dieser Starre kann es nur durch eine Zusammenstoßkatastrophe zu neuem Leben erweckt werden.

Was uns auf den ersten Anblick so fürchterlich erscheinen muß, die Vernichtung der Sonne und ihres Systems durch einen Zusammenstoß mit einem andern gleichartigen Körper, wird so zu einer Notwendigkeit, wenn neue Lebensbedingungen geschaffen werden sollen. So erfährt die Sage von dem in Flammen sterbenden Phönix eine wissenschaftliche Auferstehung.

Felix Linke.

* * *

Todesfall. Am 12. Dezember v. J. starb unser Mitarbeiter der Direktor Ludwig Günther in Fürstenwalde a. Sp. Günther hat sich durch seine gründlichen Forschungen auf verschiedenen astronomischen Gebieten, namentlich aber durch seine unermüdlichen Studien der Lebensschicksale und des Wirkens des großen Astronomen und Geisteshelden Johannes Kepler einen geachteten Namen in astronomischen Kreisen erworben.

Einen großen Teil seines Lebens hat Günther der Keplerforschung gewidmet und in allen seinen Schriften begegnet man einer seinem großen Vorbilde Kepler verwandten Seele, die mit feinem Verständnis und großer Liebe den oft sehr schwierigen Pfaden des berühmten Astronomen folgt. Außer zahlreichen größeren und kleineren Abhandlungen und Artikeln namentlich in den „Mitteilungen der V. A. P.“, im „Weltall“, „Sirius“ und anderen Zeitschriften veröffentlichte er an größeren Werken: „Keplers Traum vom Mond (bei B. G. Teubner, Leipzig 1898); „Kepler und die Theologie“ (bei Al. Töpelmann, Gießen 1905); „Ein Hexenprozeß, ein Kapitel aus der Geschichte des dunkelsten Aberglaubens“, in dem nach dem Aktenmaterial der Hexenprozeß von Keplers Mutter dargestellt wird (bei Al. Töpelmann, Gießen 1906) und endlich „Die Mechanik des Weltalls, eine volkstümliche Darstellung der Lebensarbeit Keplers“ (bei B. G. Teubner, Leipzig 1909).

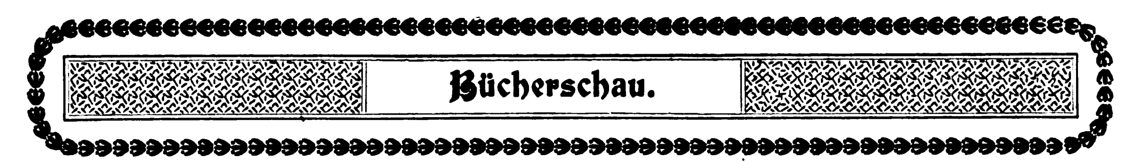
In den letzten Jahren beschäftigten den Verstorbenen noch verschiedene Entwürfe, so besonders ein populärer Sternkatalog mit Anweisungen zur sicheren Auffindung der Sterne am Himmelsgewölbe und ferner eine sehr interessante Arbeit über das Verhältnis Keplers zu Wallenstein. Leider konnten diese Arbeiten nicht zur Vollendung gelangen, weil Günther durch andauernde Krankheit, die nun auch seinen Tod herbeigeführt hat, daran verhindert wurde.

Günther wurde am 15. Januar 1846 zu Güstrow i. Mecklb. geboren. Nach Absolvierung des dortigen Realgymnasiums, wo er schon durch vorzügliche Lehrer, besonders den Mathematiker H. Seeger, zur Astronomie angeregt wurde, erlernte er in Neuruppin den praktischen Maschinenbau, besuchte alsdann mehrere Jahre die damalige Königl. Gewerbeakademie in Berlin und das Polytechnikum in Hannover und war darauf in verschiedenen größeren Maschinenfabriken als Ingenieur tätig. Nachdem er im deutsch-französischen Krieg an den Schlachten von Vionville, Mars-la-Tour und Gravelotte und anderen Gefechten ruhmreichen Anteil genommen hatte, setzte Günther seine Tätigkeit als Maschineningenieur fort gründete später in Neustadt i. Mecklb.

eine Stärkefabrik uud war auch in mehreren großen Zucker- und Sirupsfabriken als Direktor tätig. Inzwischen schon hatte Günther sich vielfach und eifrigst mit astronomischen Studien uud hauptsächlich mit den Werken Keplers beschäftigt, bis er vor ca. 10 Jahren seine berufliche Tätigkeit ganz aufgab, seinen Wohnsitz nach Fürstenwalde verlegte und sich von nun an fast ausschließlich seiner Lieblingsbeschäftigung, der Astronomie, widmete.

Der Tod hat zu frühzeitig dem stillen Forscher und edlen Menschen die Feder aus der fleißigen Hand genommen. Auf dem Friedhofe zu Fürstenwalde liegt er begraben.

F. Günther, Distrikts-Ingenieur.



Werner Mecklenburg, Die experimentelle Grundlegung der Atomistik. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1910. VIII + 143 Seiten mit einer Tafel. Preis geheftet 2,50 M.

Wir müssen dem Verfasser, der durch seine zusammenhängenden Berichte den Lesern des „Weltalls" schon lange bekannt ist, dankbar sein, daß er in der vorliegenden Schrift unter Beifügung eines Verzeichnisses der wichtigsten Originalliteratur so bedeutende Fragen in elementarer Weise behandelt hat.

Der wesentliche Inhalt des Buches ist etwa folgender: Die selbstverständliche Forderung der Atomtheorie, daß die gemeinhin als homogene Gebilde angesehenen echten Lösungen, wie z. B. eine Kochsalzlösung, tatsächlich heterogen sein müssen, wird nicht nur durch das Vorhandensein kontinuierlicher Übergänge von den zweifellos heterogenen Suspensionen, in denen das bloße Auge oder das Mikroskop einzelne Teilchen in einer homogen erscheinenden Grundmasse erkennen kann, über die kolloidalen Lösungen mit kleiner und kleiner werdenden und zuletzt die Grenze der Sichtbarkeit überschreitenden Teilchen zu den echten Lösungen, sondern auch durch besondere direkte Versuche mechanischer und optischer Natur als richtig erwiesen. Über die absolute Größe der Atome und Moleküle sind wir zuerst durch die Untersuchungen zur kinetischen Gastheorie unterrichtet worden; sie ergaben, daß ein Grammolekül oder Mol [1]) eines Stoffes $7 . 10^{23}$ einzelne Moleküle enthält, eine für das menschliche Vorstellungsvermögene unfaßbar große Zahl. Diese Ergebnisse konnten jedoch, so wichtig und interessant sie auch waren, nicht befriedigen, solange es keine Möglichkeit zur Prüfung ihrer Richtigkeit gab. In den zwei letzten Jahren ist es nun gelungen, auf ganz anderen Wegen noch Kenntnis von den absoluten Dimensionen der Atome und Moleküle zu erlangen. Theoretische und experimentelle Arbeiten über die sogenannte Brown'sche Bewegung, jenes eigentümliche zitternde Hinundher, das unabhängig von äußeren Energiequellen alle winzig kleinen Teilchen in einem praktisch homogenen Medium, so z. B. Rauchpartikeln in Luft, zeigen, haben erwiesen, daß diese jahrzehntelang rätselhaft erschienene Bewegung ein vollkommenes Analogon zu der von der kinetischen Gastheorie vorausgesetzten Bewegung der Gasmoleküle darstellt und daß beide Bewegungen denselben Gesetzen gehorchen, und es ward möglich, aus den experimentellen Ergebnissen, die an der Brown'schen Bewegung erlangt waren, die Loschmidt'sche Zahl, d. h. die bereits erwähnte absolute Zahl der in einem Mol eines beliebigen Stoffes vorhandenen einzelnen Moleküle zu berechnen. Das Ergebnis war $7,15 . 10^{23}$, eine mit dem aus der kinetischen Gastheorie abgeleiteten Wert überraschend gut übereinstimmende Zahl. Und zu dem ganz ähnlichen Werte $6,19 . 10^{23}$ endlich führte auch die Lehre von den Elektronen[2]), deren Deduktionen eine ganz besondere Sicherheit zu haben schienen. Neuere Forschungen von Ehrenhaft in Wien aber lassen manche wichtige Grundlage der Elektronentheorie unsicher erscheinen, sodaß es angezeigt erscheint, der von der Elektronik gelieferten Zahl nur die Bedeutung einer Größenordnung zuzuschreiben und die größere Sicherheit im Absolutwerte der auf den anderen Wegen erlangten um etwa 15 % höheren Zahl beizumessen. Wie dem auch sei, jedenfalls ist durch die Untersuchungen der letzten Jahre die Lehre von den Atomen und Molekülen, die ja für die Chemie der Gegenwart ein unentbehrliches Hilfsmittel ist, auf eine wesentlich festere Basis gestellt worden, als sie bisher besaß, und das muß als ein außerordentlich wertvoller Fortschritt der exakten Wissenschaft bezeichnet werden.

---

[1]) Zum Begriff des Grammoleküls oder Mols vergl. „Weltall", Jg. X, S. 136 (Anmerkung); 1909/10.
[2]) Vgl. Weltall, Jg. VIII, S. 206; 1907/8.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Doppel-Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete **„DAS WELTALL“**, Jahrg. 11, Heft 9.

(Zu Dr. F. S. Archenhold: „Mehrfache Wasserhosen.“)

Aus dem Astronomischen Museum der „Treptow-Sternwarte“.

Eine mehrfache Wasserhose im sicilianischen Meere

beobachtet von Kapitän Cabbage am 27. Juni 1827 in der Nähe v. Stromboli.

// DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 9. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** **1911 (Erstes Februarheft).**
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.— Bei Wiederholungen Rabatt - Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Mehrfache Wasserhosen.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage.)

Bei ruhiger und stark erwärmter Luft bilden sich oft, zumeist als eine Wirkung aufsteigender Luftströmungen, Windhosen, Wasserhosen oder auch Sandhosen, die in den romanischen Ländern gewöhnlich mit dem Namen „Tromben“ belegt werden, weil sie oft eine trompetenartige Form haben. Sie entstehen fast ausschließlich in heißer Jahreszeit. Wenn sie nicht bis auf den Boden hinunter reichen, dann rufen sie nur eigenartige Wolkenbildungen hervor, treiben also ihr Spiel nur im Wasserdampf. Wenn sie jedoch über sandige Gegenden hinwegfahren, so wirbeln sie gewaltige Staubmassen empor. Ziehen sie über Flüsse, Seen oder Meere hinweg, so wirbeln in ihre Trichter gewaltige Wassermassen hinein. Wir sehen auf einer alten Abbildung, die wir hier in der Beilage wiedergeben, eine Reihe solcher Wasserhosen, wie sie vom Kapitän Cabbage im sicilianischen Meere in der Nähe des Kraters Stromboli am 27. Juni 1827 von der Brigantine le Portia beobachtet und von L. Mazzara gezeichnet worden sind. Das Schiff hielt gerade den Kurs auf diese Tromben, die es sehr stark bedrohten. Unsere Beilage hat nur $^1/_3$ der Größe der Originallithographie, deren genaue Unterschrift wir hier wieder geben:

> *„Phénomène de Trombes Marines, observé dans la mer de Sicile, en vue de Stromboli, le 27 Juin 1827, et dessiné par L. Mazzara, à bord du Brigantin le Portia, capitaine Cabbage, au moment où le navire fait feu sur la trombe qui le menaçait de plus près.“ — St. Aulaire d'après le dessin de L. Mazzara. — Lith. de Engelmann, rue du Faub. Montmartre No. 6.*

Ich habe das interessante Blatt gelegentlich für unser Museum erworben, ohne daß mir bis jetzt eine Beschreibung des Phänomens in der Literatur bekannt geworden ist.

Wir finden jedoch oft eingehende Beschreibungen von Wasserhosen, so besonders einige in der „Meteor. Zeitschrift", die wir hier auszugsweise wiedergeben wollen.

So schreibt H. Seemann, daß die Annahme, die Herr Professor Reye in seinem Werke „Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen" über die Bildung von Wasserhosen vertritt, nämlich, daß sie hauptsächlich an windstillen, heißen Tagen auftreten, nicht den Tatsachen entspricht; im Gegenteil, bei böigem Wetter und umlaufenden Winden werden sie z B. im Calmen-Gürtel des Äquators am allerhäufigsten gesehen. Seemann hat in der Singaporestraße 5 oder 6 Wasserhosen im Septembermonat zu gleicher Zeit beobachtet, während der Wind fortwährend seine Richtung änderte und der Himmel voller schwarzer Wolken hing.

Die von ihm geführte Bark „Eduard" befand sich am 11. April 1877 im südindischen Ozean auf 7° südl. Breite und 85° östl. Länge auf der Rückreise von Bassein. Der Wind war in den letzten Tagen nordöstlich, Stärke 4, gewesen, er wurde dann flauer bis Stärke 3, während die Luft stark bewölkt war. Um 2 Uhr nachmittags ging der Wind nach NW und frischte auf; er befand sich in einer Seemeile Entfernung von einem englischen Vollschiff, mit dem signalisiert war. Eine schwarze Wolke kam von SO gegen den Wind auf. Um $2^1/_2$ blies der Wind aus dieser heranrückenden Wolke mit starkem Regen fast urplötzlich, so daß sie alle Segel back und Wind recht von vorne aus SO bekamen. Plötzlich bildete sich ca. 300 Schritte hinter ihnen eine große Wasserhose und gleich darauf ging der Wind wieder auf NW.

Die Wasserhose war in ihrer Grundfläche jedenfalls 30 bis 40 Schritte breit und reichte als schmale Säule sehr hoch hinauf in die Wolken. Sie hatten frischen NW-Wind und sahen, wie die an Größe immer mehr zunehmende Wasserhose, deren Sausen und Geräusch sie deutlich hören konnten, schnell auf sie zukam, also nur allein noch unter dem Einfluß des NW-Windes stand. Das Wasser kochte und zischte in fußhohen, kleinen, spitzen Wellen empor, es war ein Sausen wie beim schwersten Platzregen. Die Wolke, in welche die Wasserhose hineinreichte, war rabenschwarz. Die Wassermassen strömten in größter Schnelligkeit in Windungen um einen hellen Streifen hinauf. Dieser helle Streifen war scharf begrenzt von unten bis oben zu verfolgen; es wird ein wasserfreier Raum gewesen sein. Unterdessen hatte sich die Wasserhose auf 100 Schritt dem Schiffe genähert, da bog erst die Wolke nach Westen ab und allmählich zog die ganze Erscheinung dicht hinter dem Schiffe weg nach Westen zu. Die Wasserhose blieb ungefähr noch eine Stunde nach Westen zu sichtbar.

P. Niejahr schreibt auch in der „Meteor. Zeitschrift", Bd. 3, 1885: „In der Gegend über dem Golfstrom, besonders an der Grenze des Nordostpassats, beobachtet man oft die Entstehung von Wasserhosen, die sich mit aufkommenden langgestreckten Böenwolken, Wolkengürteln oder auch unvollständig entwickelten Regenböen an deren Unterkante bilden und auf mehreren Stellen trichterförmige Spitzen nach unten hin absenken, welche sich zuweilen, nachdem sie sich einige Grade von der Wolke entfernt, wieder hinaufziehen oder auch ganz oder teilweise die Meeresfläche erreichen und dann als Wasserhosen vielen Schaden anrichten können. Noch zu Anfang des Jahres 1885 wurde die Rostocker Bark „Ceylon" durch eine Wasserhose über dem Golfstrom teilweise entmastet und dabei der Steuermann getötet.

Die Ausbildung dieser Phänomene geschieht gewöhnlich sehr schnell; geht sie in nächster Umgebung des Schiffes vor sich, so steht man solchen Naturgewalten hilflos gegenüber“.

Über eine Wasserhose, die er auf der Reise von Newcastle nach Santos sah, schreibt Niejahr folgendes: „Um $1^3/_4$ Uhr kam eine größere Wolkenmasse (Gürtel) von vorne auf, womit der Wind von SW zu W abschralte. In Lee, von uns etwa 2 Seemeilen entfernt, bildete sich eine Wasserhose von 1 Grad Breite bei 25° Wolkenhöhe, 5 Grad nach unten ausgedehnt, lebhafte Wolkendrehung (Gewölk nicht ganz dunkel) mit den Zeigern der Uhr deutlich wahrnehmbar. Windhose über dem Meere darunter, wobei besonders die nördliche Seite des Phänomens am meisten Wasserstaub aufwirbelte. Sonst existierte keine sichtbare Verbindung mit der Trichterspitze und dem Meere. Nach 10 Minuten war alles vorüber, und aus dem Wolkengürtel entwickelten sich nach einer halben Stunde Nimbi mit konzentrierten Regenstreifen, wobei der Wolkengürtel oben noch im Zusammenhang blieb.“

Über eine Wasserhose von seltener Form schreibt Colladon in „La Nature“ (18. Jahrg. S. 273): Sie wird in Genf oft beobachtet und kann zu jeder Zeit hervorgerufen werden. An der hydraulischen Maschine ist ein Wehr angebracht, dessen Teile einzeln versenkt werden können. Läßt man nun die mittleren Schleusen herab, während die an den Seiten offen bleiben, so entsteht auf jeder Seite eine Trombe mit der breiten Trichteröffnung nach unten. Flußaufwärts entstehen beiderseits horizontale zylindrische Ansätze; sie haben die Neigung, sich in eine horizontale Röhre zu vereinigen und eine „Wasserschlange“ zu bilden; so haben die Genfer die Erscheinung benannt. Der horizontale zylindrische Teil der Trombe, welcher an den offenen Schleusen ausmündet, schwankt etwa innerhalb der Breite von einem Meter, sein Durchmesser ist der ganzen Länge nach gleich groß: er kann einmal unter 1 cm betragen, zuweilen aber auch 10 cm und mehr. Die Röhre kann bis 15 m lang sein.

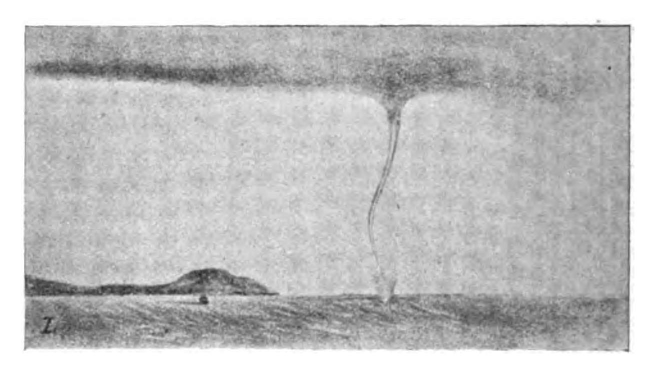
Faye behauptete gerade das Gegenteil, daß Wasserhosen immer absteigend sind und die breite Trichteröffnung nach oben haben müssen, worüber z. Zt. heftige Fehden stattfanden.

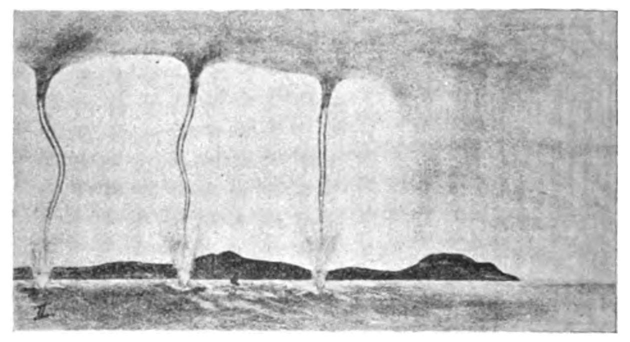
Über eine Wasserhose, die einem Schiffe von 561 Reg.-Tons-Raumgehalt ernstlichen Schaden zufügte, sind F. Raspe folgende Mitteilungen zugegangen: „Die auf der Reise von Antwerpen nach Philadelphia begriffene Rostocker Bark „Ceylon“, Kapitän Niemann, befand sich am 10. April 1885 ungefähr in 31° Nordbreite und 71° Westlänge. Am Tage herrschte schönes Wetter; gegen Abend zog ein Gewitter herauf. Der Schiffer ließ deshalb alle Segel, mit Ausnahme der Ober- und Untermarssegel festmachen und abends 8 Uhr, da die Luft ein immer drohenderes Aussehen gewann, auch die Obermarssegel einnehmen. Das Wetter fing bereits an, sich wieder aufzuklären, als gegen 9 Uhr eine markierte dunkle Wolke im Westen sichtbar wurde. Man hielt sie anfangs für ein fremdes Schiff; als die Erscheinung jedoch der Bark näher kam und die Gestalt eines Trichters annahm, wurde sie als eine Wasserhose erkannt. Die Segel waren, wie bemerkt, sämtlich fest und daher ein Entrinnen des Schiffes unmöglich. Gleich darauf wurde das Schiff an der Backbordseite von der Wirbelsäule ergriffen und hart nach Steuerbord übergeschlagen. Das Fahrzeug kam so schief zu liegen, daß die Spitzen der Raaen fast das Wasser berührten. Der Vorderteil tauchte tief unter. Gleichzeitig wurde das Schiff selbst, wie der

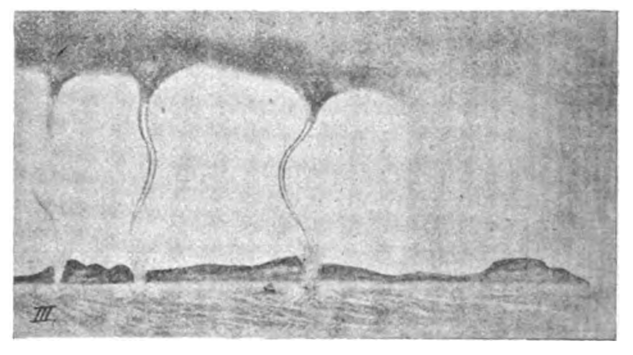
Mann am Ruder beobachtete, von NNW nach SSE herumgedreht und dann mit einer solchen Gewalt auf die Backbordseite geworfen, daß Groß- und Besanmast über Bord gingen. — Der ganze Vorgang soll etwa zwei Minuten gedauert haben.

Über die Entstehungsursache der Wasserhosen ist man auch heute noch ungenügend aufgeklärt. Als Vorläufer derselben wird gewöhnlich schwüle, drückende Luft mit nachfolgendem Gewitter angegeben. Die meisten wurden bei sehr böigem Wetter angetroffen und selbst in orkanartigen Stürmen sind Wasserhosen beobachtet worden.

Der amerikanische Meteorologe Cleveland Abbe hat während einer Expedition auf der „Pensacola“ sehr eifrige Untersuchungen angestellt. Er beobachtete, wie sich Wasserhosen bei sonnenklarem Wetter in einer plötzlich aufkommenden Regenböe bildeten. Die Regenwolke war im westlichen Teil einer Cumuluswolke, die aus losem, niedrigem Gewölk bestand. Das Eigentümlichste der ganzen Erscheinung lag darin, daß Wasserhosen auf der von der Sonne beschienenen Seite der Wolke auftraten, während sich auf der andern Seite keine zeigten. Abbe führt das Entstehen dieser Wasserhosen auf einen besonderen aufsteigenden Luftstrom infolge der größeren Erwärmung zurück, der hier durch die größere Leichtigkeit eines Teiles der Wolke verursacht wurde. Er sagt dazu folgendes:



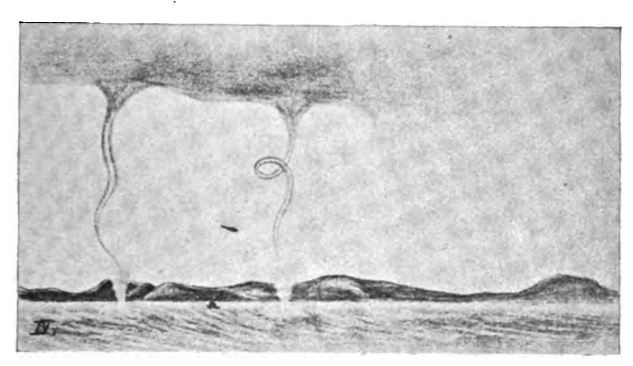


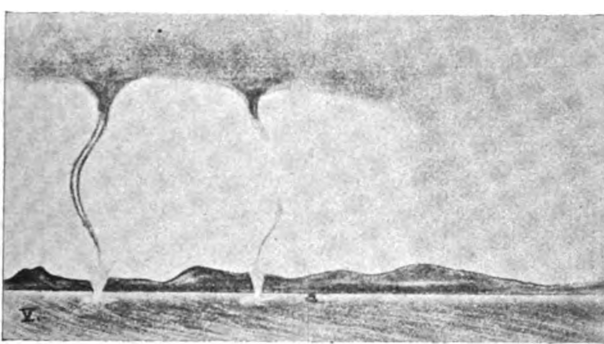


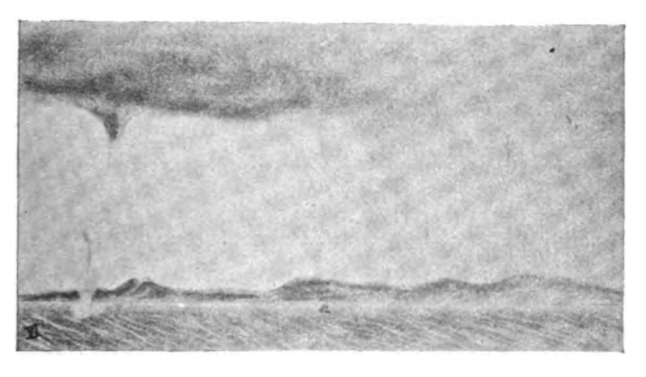
Die Entstehung, Entwicklung und Auflösung dreier Wasser-
der Zeit von

„Es ist klar, daß zur Bildung des von der Wolke herabhängenden Teiles der Wasserhose ein stärkerer Luftwirbel notwendig ist als zur Bildung des aus Schaum, Wasserdunst und Tropfen bestehenden Wirbels an der Meeroberfläche. In den meisten Fällen entstanden letztere früher als die charakteristische Wolkenbildung der Wasserhose, aber es wurde nichts bemerkt, woraus sich hätte schließen lassen, daß eine aufwärts stattfindende Bewegung an der Meeroberfläche begann und das Seewasser in die Wolken gelangte. Die emporgerissenen Wassertropfen wurden, nachdem sie höchstens 30 m Höhe erreicht hatten, aus dem Wirbel herausgeschleudert und fielen hinab auf den von weitem einer Schüssel gleichenden Wasserwirbel.“

Kapitän Allen vom amerikanischen Dampfer „Santiago“ beobachtete am 29. April 1889 nördlich von Royal Isl. (Bahamainseln) eine Wasserhose, welche sich ihm näherte und ca. 30 m vom Schiffe entfernt auseinanderriß. Der Dampfer passierte darauf den Außenrand der Wasserhose, deren Durchmesser 60 bis 70 m betragen mochte. Beim Passieren wurde festgestellt, daß das Innere der Wasserhose hohl war und daß sich das Wasser kreisförmig darum bewegte, und zwar von W nach O, also gegen die Sonne. Eine andere Beobachtung von Kapitän Lehmann vom Schiff „Samarang“ ergibt, das die Drehung von links nach rechts, also mit der Sonne, erfolgte.







hosen in der Singapore-Straße am 6. Oktober 1909 in $1^h\ 30^m — 50^m$.

Ob die Art der Fortbewegung von bestimmten Gesetzen abhängig ist, ist ebenfalls noch nicht aufgeklärt. Nach dem amerikanischen Meteorologen J. P. Finley soll die Fortbewegung aller Tornados von W nach O erfolgen, so daß man sich westlich davon immer in Sicherheit befindet. In der Auffassung, daß Wirbelwinde und Wasserhosen ein und dieselbe Erscheinung seien, müßte sich dies auch auf die Fortbewegung der Wasserhosen anwenden lassen; dies scheint aber nicht zutreffend zu sein. Abbe hat z. B. während einer Fahrt auf der „Pensacola“ bei seinen Beobachtungen im Golfstromgebiet festgestellt, daß alle Wasserhosen sich von SO nach NW fortbewegen.

Aus einer anderen Mitteilung von Kapitän J. Stricker geht jedoch hervor, daß nicht jede Wasserhose eine vernichtende Wirkung ausübt. Am 12. Mai gegen 8 Uhr morgens bei leichter nordwestlicher Brise kam eine Nebelwolke in NW auf, an welcher man anfänglich nichts Auffälliges entdeckte. Nachdem diese Wolke etwa 30 Minuten in einer Höhe von 45° über dem Horizont anscheinend unbeweglich gestanden hatte, entwickelten sich jedoch aus ihr acht Wasserhosen. Um einer Berührung mit denselben aus dem Wege zu gehen, hielt man nach O ab. Es wurde aber windstill und eine der Wasserhosen zog an der Steuerbordseite über das Heck hinweg, ohne irgend welchen Schaden anzurichten.

In den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1910" veröffentlicht der 2. Offizier an Bord D. S. Silesia, O. Hennig, interessante Beobachtungen über die Entstehung, Entwickelung und Auflösung dreier Wasserhosen im Zeitraum von 20 Minuten. Am 6. Oktober 1909 um 1 Uhr verließ sein Schiff den Hafen von Singapore und war in der Singaporestraße auf 1° 16′ nördl. Breite und 104 0′ östl. Länge, als um 1 Uhr 10 Min. eine Gewitterböe aus rw. SSO aufkam, deren größte Regenmasse achteraus blieb. Aus dem nach östlicher Richtung sich erstreckenden Ausläufer der großen Regenwolke bildete sich zunächst eine Wasserhose im Zeitraum von 3 Minuten, gepeilt rw. SO und lief diese nach ONO etwa 15 Seemeilen in der Stunde. (Fig. I)

Um 1 Uhr 35 Min. bildeten sich im gleichen Zeitraum zwei Wasserhosen, deren Entfernungen von der mittleren Wasserhose gleich waren, etwa 15° auseinander. (Fig. II.)

Die mittlere Wasserhose überholte jedoch die vordere und schien diese durch den Luftdruck der überholenden Wasserhose in ihrer östlichen Fahrt unterbrochen zu werden. Der Rüssel der am östlichsten stehenden Wasserhose brach in der Mitte durch, und die untere Hälfte fiel zu Wasser, wogegen die obere Hälfte in die Wolke zurückgezogen wurde. (Fig. III.)

Im Rüssel der westlich stehenden Wasserhose, die mit gleicher Geschwindigkeit die östliche Richtung beibehielt, bildete sich eine rechtsdrehende, spiralförmige Schleife. (Fig. IV.)

Um 1 Uhr 45 Min. brach auch der Rüssel der Wasserhose am oberen Ende ab und verfiel in sich selbst. (Fig. V.)

Die zuerst entstandene Wasserhose behielt die östliche Richtung mit noch größerer Geschwindigkeit bei, indem der Rüssel in schlangenförmiger Bewegung mit dem unteren Ende voranlief. Um 1 Uhr 40 Min. zerfiel auch diese Wasserhose in sich selbst. (Fig. VI.)

Die Rüssel der drei Wasserhosen gingen rechtwinklig von der Unterkante der Wolke trichterförmig nach unten, bewegten sich schlangenförmig bis zur Oberfläche des Wassers und endeten hier in eine 5° hohe, rechtsrotierende Wasserwolke. Es erschien, als ob dies Wasser an der rechten Seite des Rüssels von der Wolke nach unten in die Wasserwolke fiel und an der linken Seite aus derselben nach oben gezogen wurde; letzteres sah so aus, als ob aus einem aufrechtstehenden Wasserschlauch das Wasser nach oben getrieben wurde.

Fahrzeuge mit vollen Segeln befanden sich in der Nähe der Wasserhosen, deren Besatzungen hierüber aber absolut nicht besorgt zu sein schienen, denn die Fahrzeuge behielten ihren östlichen Kurs bei, ohne kleine Segel zu machen, ein Zeichen, daß dort Windrichtung und Windstärke konstant blieben.

Zur Zeit der Beobachtung war die Windrichtung an Bord SSO Stärke $^3/_4$, der Stand des Barometers während der ganzen Beobachtungszeit konstant 761.2 mm und die Lufttemperatur 32.5° C., Wassertemperatur 28.5° C.

Zum Schlusse verweisen wir noch außer auf das bereits erwähnte Spezialwerk von Reye, das eine eingehende Schilderung der Wasserhose vom 10. Juni 1858 zu Königswinter a. Rh. giebt, auf zwei französische Schriften von Weyher „Sur les Tourbillons, Trombes, Tempêtes et Sphères Tournantes", welcher auch interessante Experimente zur Erzeugung künstlicher Wasserhosen bespricht, und von Faye, „Nouvelle Etude sur les Tempêtes, cyclones, Trombes ou Tornados", der seine Theorie, daß die Tromben absteigende Luftströmungen seien, verteidigt.

Der Astronom hat an diesen merkwürdigen Erscheinungen[1]) deshalb ein besonderes Interesse, weil mannigfache Vorgänge auf unserer Sonne, sowohl in den Flecken, wie Fackeln und Protuberanzen nicht nur ihrer äußeren Form nach, sondern auch in bezug auf ihr plötzliches Auftreten und die schnellen Veränderungen an diese Erscheinungen anklingen.



Erdbeben im russischen Turkestan.

Von Karl von Lysakowsky, Odessa.

Die Gegenden des Kaukasus, des russischen Turkestans, Persiens und deren Nachbargebiete gehören zu den Teilen unsrer Erde, die am häufigsten von Beben heimgesucht werden. Seit dem Erdbeben von Wernyi im Jahre 1887 gab es eine ganze Reihe von Beben, deren Intensität 10° der Rossi-Forelschen Skala betrug. So wurde nach dem Erdbeben von Krasnowodsk im Jahre 1895 das ganze Aussehen der betroffenen Gegenden verändert. Es bildeten sich große Spalten und die Menschen wurden nach den Erzählungen der Eingeborenen in die Luft geschleudert. Zu den bedeutendsten Beben, die in den letzten 20 Jahren hier vorgekommen sind, gehören die von Wernyi, vom See Issyk-Kul und von Andijan, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Die Erdbeben in der Umgegend von Wernyi kamen bis zum Jahre 1890 sehr häufig vor, waren von großer Heftigkeit und wiederholten sich sonderbarer Weise in regelmäßigen Perioden. Sie entstammten einer der das Land durchziehenden Bergketten, und zogen schwächere Beben nach sich, die allmählich nachließen, bis es nach 2 Jahren wieder zu einer größeren Katastrophe kam. Das Beben vom Jahre 1807 soll furchtbares Unheil angerichtet haben. Damals bildete sich neben dem heutigen Bjelovodsk ein neuer See. 1858 ist ein großer Teil Taschkents durch ein sehr heftiges Beben zerstört worden. 1883 bis 1890 sind folgende Beben aufgetreten: Im Tale Tchonisk stellten sich am 4. August 1885 Erdveränderungen ein, die von dem Alexander-Gebirge ausgingen. Am 22. Juni 1887 wurde Wernyi fast völlig durch ein Erdbeben zerstört, das vom nördlichen Alatau-Gebirge kam. Am 13. Juli 1889 trat im Tale Tshilik ein fürchterliches Erdbeben längs des Sees Issik Kul auf, das vom Berg Talgar herkam, wo sich die beiden Zweige des Alatau-Gebirges schneiden. Das Erdbeben von Wernyi erreichte die Intensitätsskala 10 und viele Menschen wurden getötet.

Insbesonders über das Beben vom See Issik Kul im Jahre 1889 hat die russische geographische Gesellschaft durch Aussendung von Fragebogen manche interessanten Einzelheiten gesammelt. Es traten damals viele neue Spalten in der Nähe des Sees Issik Kul auf, die manchmal eine Länge von einem km erreichten und 3 m breit waren. Die Tiefe war eine so bedeutende, daß man selbst mit langen Stangen den Grund nicht erreichen konnte. Mehrere Flüsse veränderten die Richtung ihres Laufes und ganze Flußufer stürzten ein. Auf der im letzten Hefte unseres Weltalls Seite 107 befindlichen unteren Karte ist auch der See Issik Kul und die von den Beben betroffene Gegend verzeichnet.

Das schwerste Beben aber war das vom 16. Dezember 1902, das um 9 Uhr morgens die Stadt Andijan heimsuchte. Weder im russischen noch im ein-

[1]) Vergleiche auch „Weltall“, Jg. 5, Heft 5, Prof. v. Lysakowski, „Der Cyklon von Moskau am 16./29. Juni 1904“. Jg. 5, Heft 9, Krebs, „Tornados“ und Jg. 6, Heft 18, Krebs, „Neuere Tornados“.



heimischen Viertel blieb auch nur ein Wohnhaus unbeschädigt. Der Hauptstoß wurde um $7^3/_4$ Uhr abends beobachtet, jedoch wiederholten sich die Stöße noch einmal am nächsten Tage um 11 Uhr morgens und 4 Uhr nachmittags. Das Epizentrum lag nur 7 km von Andijan ab. Hier bildete sich eine große Spalte, aus der hohe Wassersäulen, Sand etc. emporgeschleudert wurden. Die Muhamedaner litten besonders stark, da sie fast alle infolge einer schlaflosen Nacht, die sie wegen eines Festtages mit Betübungen verbracht hatten, in ihren Betten lagen und vom Beben überrascht wurden. Die russische Kirche, welche aus gebrannten Ziegelsteinen aufgebaut war, blieb allein unbeschädigt. 7000 Menschen verloren ihr Leben bei dieser Katastrophe und 100 000 Russen und Einheimische wurden obdachlos. Der Materialverlust wurde auf 2 Millionen Rubel geschätzt, 32 000 Häuser wurden vernichtet. Die Erdstöße hielten noch bis zum 25. Dezember an. An jenem Tage, vormittags 11 Uhr, wurde noch ein intensiver vertikaler Stoß beobachtet, der die liegengebliebenen Dachziegel herunter warf. Auch in der Umgebung von Andijan sind fast alle Fabriken und Hüttenwerke zerstört worden. Die Zerstörung war so gründlich, daß alle Einwohner von Andijan nach Margelan auswandern mußten. Von den vielen sonstigen Katastrophen des Jahres 1902, wie das Erdbeben von Chemaha am 12. Februar, wobei 4500 Menschen zugrunde gingen und 5000 Häuser zerstört wurden, der Ausbruch des Mont Pelé auf der Insel Martinique am 8. Mai, das Erdbeben von Kaschgar am 22. August, war das von Andijan wohl die fürchterlichste. Es wurde eigentlich nur von den Krakatoa-Beben im Jahre 1889 und von dem Lissaboner im Jahre 1757 übertroffen.

Es sind noch die großen turkestanischen Erdbeben, das von Karatag und Kafiristan, zu erwähnen, wodurch ein großer Teil des russischen Turkestans, der Bucharei und des Khanats Hissar zerstört wurden. Sie sind jedoch schon im 8. Jahrgang Heft 13 dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben, sodaß sich ein näheres Eingehen darauf erübrigt. Seit dieser Zeit ist ein zeitweiliger Ruhezustand in dieser Gegend eingetreten, und es sind bis zum 4. Januar 1911 keine intensiven Erdbeben vorgekommen. An diesem Tage trat wieder ein heftiges Beben auf, über das noch fortgesetzt Berichte einlaufen, und das in einem besonderen Aufsatze beschrieben werden soll.



Bestimmung der Sonnenrotation aus der Bewegung der Fackeln in den Jahren 1906 bis 1908.

Chevalier berichtet im Dezemberheft 1910 des „Astrophysical Journal“ über seine Versuche, aus einer Reihe von Sonnenaufnahmen aus den Jahren 1906 bis 1908 die Bewegung der Fackeln auf der Sonnenscheibe und aus dieser die Rotation der Sonne abzuleiten. Bis dahin lagen nur zwei solcher Versuche vor, die jedoch zu widersprechenden Resultaten geführt haben. Wilsing berechnete aus der Bewegung der Fackeln, daß die Rotation für alle Breiten der Sonne gleichmäßig verlief, wohingegen Stratonoff eine schnellere Bewegung am Äquator ableitete.

Es war keine einfache Aufgabe, aus dem Beobachtungsmaterial die geeigneten Platten herauszufinden. Um dieselbe Fackel auch sicher identifizieren zu können, wurden zwei Photographien ausgesucht, zwischen deren Aufnahme annähernd 24 Stunden lagen und die eine möglichst scharf begrenzte Fackel aus einer

bestimmten Gruppe heraus erkennen ließen. Mit Hilfe einer Lupe wurden dann die gefundenen identischen Fackeln auf Celluloidpapier, das über die Sonnennegative gelegt war, mit roter Tinte eingezeichnet. Die Identifikation ist deshalb besonders schwer, weil die Beobachtung sich zumeist nur nach der Ähnlichkeit im Aussehen der Fackeln richten kann und nur gelegentlich noch benachbarte Flecken einen Anhalt bieten. Die Schwierigkeiten wachsen auch noch dadurch, daß die Fackeln ja nur in der Nähe des Randes liegen und daß sie auch oft sehr schnell ihre Form ändern, sodaß hierdurch die Einstellung des Schwerpunktes der Fackel noch besonders mühsam ist. Es hat daher die spätere Messung sehr oft ergeben, daß die beiden Fackeln nicht identisch sein konnten; es sei denn, daß die Fackel eine besonders große Eigenbewegung in den 24 Stunden gemacht habe.

Die heliographische Länge und Breite der einzelnen Gebilde wurde durch Auflegung einer Karte, welche in Band 4 der Annalen des Observatoriums von Zô-sé in Shanghai beschrieben ist, abgelesen. Der Fehler der einzelnen Messung dürfte auf diese Weise unter $^1/_2{}^0$ bleiben, was in Bezug auf die schnellen Gestaltsänderungen der Fackeln wohl ausreicht. Es wurden im ganzen 1144 Platten ausgemessen und es ergab sich folgendes Resultat:

Die tägliche Rotation einer Sonnenfackel war am Äquator zweifelsohne am größten. Die gefundenen Zahlen hierfür geben wir in folgender Tabelle:

Breitenzonen auf der Sonne			Zahl d. beob. Fackeln	Tägl. sid. Rotation einer Fackel
Zwischen	+ 30° und	+ 25°	42	13°,90
	+ 25	+ 20	97	14 ,17
	+ 20	+ 15	246	14 ,21
	+ 15	+ 10	371	14 ,28
	+ 10	+ 5	312	14 ,46
	+ 5	0	101	14 ,48
	0	— 5	97	14 ,53
	— 5	— 10	249	14 ,42
	— 10	— 15	375	14 ,40
	— 15	— 20	359	14 ,26
	— 20	— 25	222	14 ,21
	— 25	— 30	104	14 ,05

Wir sehen aus dieser Tabelle, daß die Geschwindigkeitszunahme der Fackeln von 30° bis zum Äquator eine ganz regelmäßige ist; auch zeigt sich, daß die Differenz zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel in der Geschwindigkeit keine zufällige sein kann, denn alle Werte sind auf der südlichen Halbkugel größer als die entsprechenden auf der nördlichen Halbkugel. Es macht sich aber auch noch ein anderer Unterschied bemerkbar, nämlich, daß die Geschwindigkeitsänderungen auf der nördlichen Halbkugel mit zunehmender Breite schneller vor sich gehen, als auf der südlichen. Die größte Geschwindigkeit liegt einige Grad südlich vom Äquator, jedoch ist dieses Resultat zweifelhaft, da in der Nähe des Äquators eine geringere Zahl von Fackeln beobachtet worden ist.

Wenn beide Zonen der nördlichen und südlichen Halbkugel vereinigt werden, so erhält man folgende Zahlen:

Breitenzonen auf der Sonne			Tägl. sid. Rotation der Fackeln	Rotationsperiode der Fackeln in Tagen
Zwischen	0° und	5°	14°,50	24,836
	5	10	14,44	24,937
	10	15	14,34	25,125
	15	20	14,24	25,288
	20	25	14,20	25,357
	25	30	14,01	25,712

Wir sehen hieraus, daß die Fackeln in der Zone zwischen 25 und 30° Breite zu einer Rotation fast einen ganzen Tag mehr Zeit gebrauchen als am Äquator.

Aus einem Vergleich der Beobachtungen Chevaliers auf dem chinesischen Observatorium Zô-sé mit denen von Stratonoff vom Observatorium in Pulkowa geht hervor, daß beide eine Geschwindigkeitsabnahme in höheren Breiten feststellen. Dem steht jedoch ein früheres Resultat von Wilsing auf dem Potsdamer Observatorium entgegen.

Es ist auch noch interessant, die Rotation der Sonnenflecken, die in tieferen Schichten der Photosphäre liegen, mit der der Fackeln, die in höheren Schichten lagern, zu vergleichen. Es stellt sich hierbei heraus, daß die Bewegungen der Fackeln nicht viel von denen der Flecke abweichen, ja, daß sie sich genau nach einer Formel bewegen, die Maunder für die Sonnenflecke aufgestellt hat.

Es dürfte weiter interessant sein, die Rotation der Fackeln noch mit der der Floccoli, welche von Hale und Fox zuerst bestimmt ist, zu vergleichen. Wenn auch beide wieder eine Zunahme der Rotation am Äquator zeigen, so scheint es jedoch, daß die Floccolischicht sich in der Nähe des Äquators etwas schneller bewegt als in höheren Breiten. Es wird interessant sein, diese Untersuchungen nach einigen Jahren zu wiederholen, um zu sehen, ob vielleicht eine Änderung der Rotationsbewegung in den einzelnen Schichten der Sonne mit der Periode der Sonnenfleckentätigkeit auftritt. F. S. Archenhold.



Der gestirnte Himmel im Monat März 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Spektren der Sterne.

Bei der Bedeutung, welche heute die spektroskopische Untersuchung der Sterne für die Entdeckung neuer, enger Doppelsterne, für die Feststellung der Bewegung der Sterne in unserer Gesichtslinie wie für Temperatur- und Dichtebestimmungen gewonnen hat, dürfte es zweckdienlich sein, hier einiges über die Einteilung der Sternspektren mitzuteilen. Eine nur oberflächliche Beobachtung läßt schon auffallende Unterschiede der Spektren erkennen, die sich in verwirrendster Weise vermehren, sobald man auf Einzelheiten sich einläßt. Daher ist eine Klassifizierung der Sternspektren vonnöten. Fraunhofer hat zuerst den Versuch zu einer solchen Einteilung der Sternspektren gemacht, indem er drei Klassen aufstellte und als ihre Hauptvertreter Sirius, Capella und Beteigeuze anführte. Die Fraunhofersche Einteilung wurde später durch Secchi umgeändert, der folgende fünf Klassen unterschied.

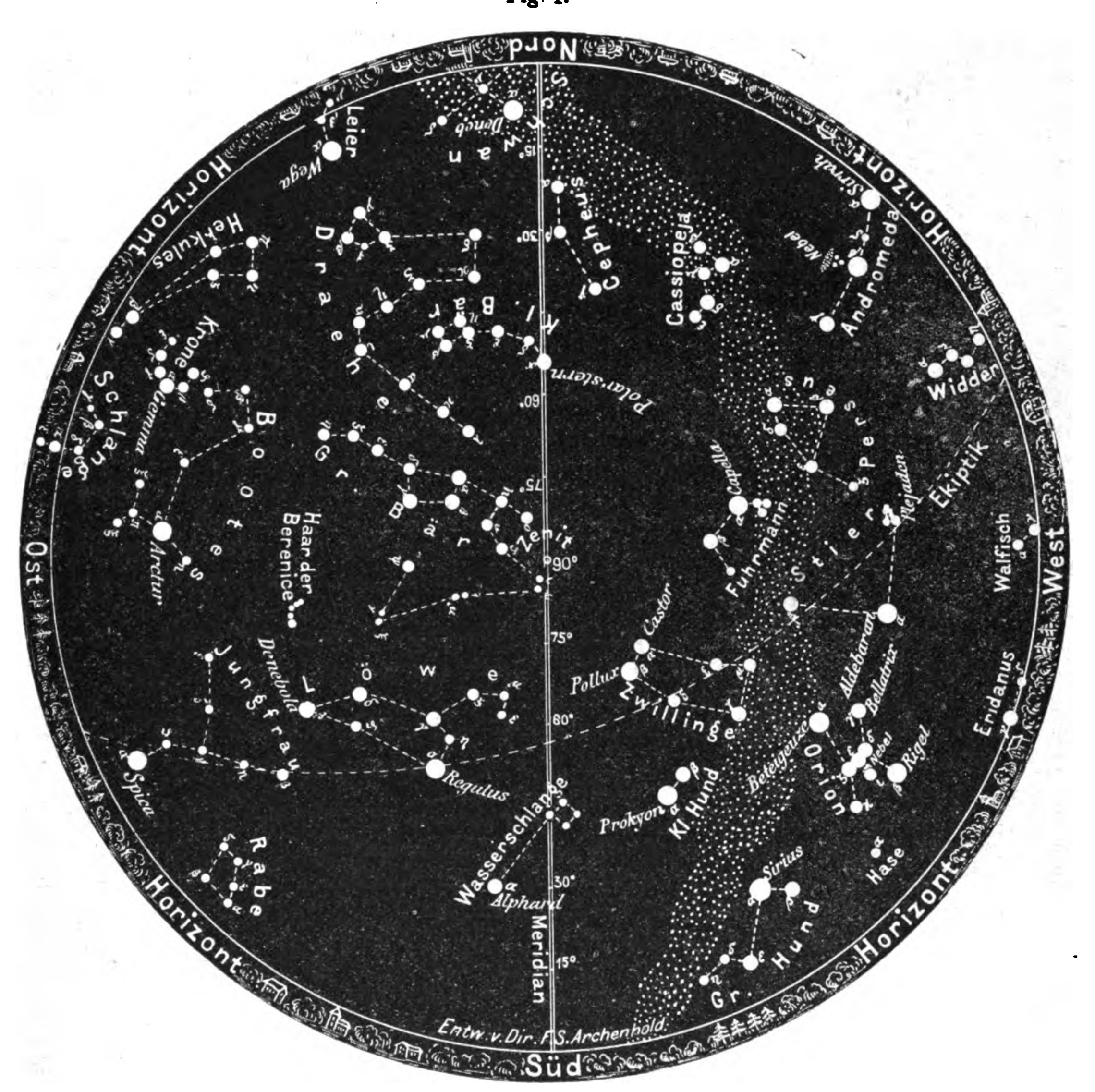
Die erste Klasse umfaßt die weißen und blauen Sterne (Sirius, Altair etc.). Das Spektrum enthält hauptsächlich vier schwarze Linien; eine im Rot und im Grünblau und zwei im Violett. Sie gehören alle dem Wasserstoff an. Fast die Hälfte aller Sterne zählt zu dieser ersten Secchischen Klasse.

Zur zweiten Klasse gehören die gelben Sterne (Capella, Pollux etc.) Ihr Spektrum enthält feine schwarze Linien und gleicht fast vollständig dem unserer Sonne, die auch ein gelber Stern ist.

In der dritten Klasse findet man die roten und orange gefärbten Sterne (Beteigeuze, α Herkulis etc.). Ihr Spektrum besteht aus feinen schwarzen Linien und breiten dunklen Streifen, die sich zum Teil übereinander lagern. Die ersteren liegen auf der blauen, die anderen mehr auf der roten Seite.

Der Sternenhimmel am 1. März 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.



(Polhöhe 52½°)

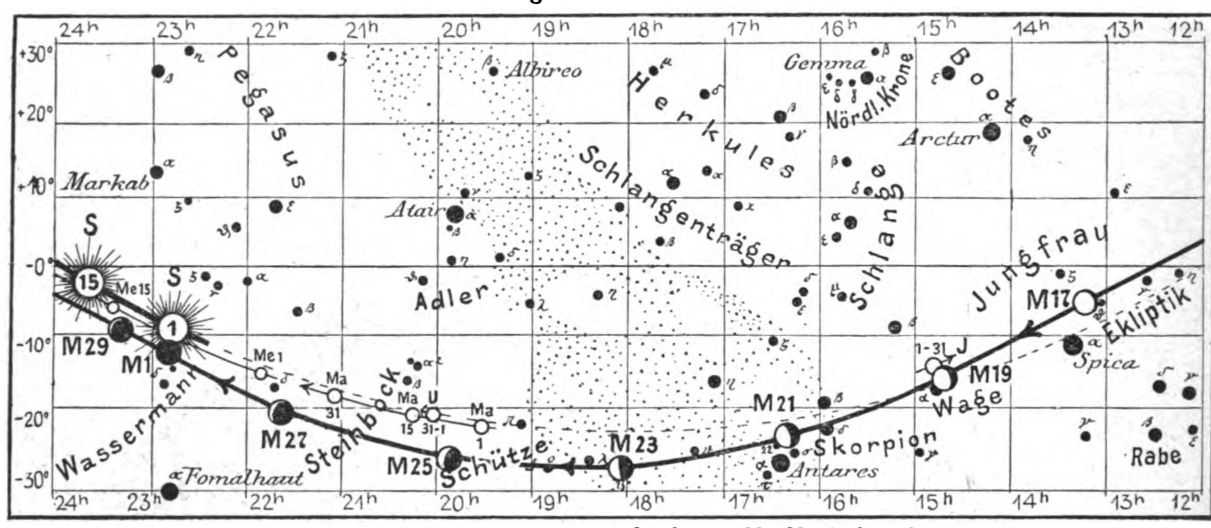
Die vierte Klasse enthält die blutroten Sterne. Hier sind die Linien nach der roten Seite scharf begrenzt und werden mehr nach dem Violetten hin breiter.

Die fünfte Klasse enthält nur einige wenige Sterne, die ein direktes Wasserstoffspektrum geben (wie β Lyrae, γ Cassiopejae).

Zu einer neuen Einteilung der Sternspektren schritt E. C. Pickering als er im Draperschen Katalog der Harvard-Sternwarte die dort veröffentlichten Spektren von

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

10351 Sternen zu ordnen hatte. Es wurden mit einem photographischen Objektiv von 20 cm Öffnung und 115 cm Brennweite dadurch, daß ein Prisma vor das Objektiv gesetzt war, statt der punktförmigen Bilder immer gleich die Spektren enthalten. Es wurde der ganze Himmel bis zu den Sternen 25° südlicher Deklination in dieser Weise spektroskopisch durchmustert. Die verschiedenen Pickeringschen Klassen sind mit A bis Q bezeichnet.

A enthält alle Sterne, deren Spektren nur Wasserstofflinien zeigen.

B. Außer den Wasserstofflinien treten noch andere Linien auf; besonders die von der Wellenlänge 402,6 $\mu\mu$ und 447,1 $\mu\mu$. Hierzu gehören viele Sterne im Orion und im großen Bären.

C. Die Wasserstofflinien G und h erscheinen doppelt, sonst genau wie A.

D. Genau wie A, nur treten noch helle breite Banden auf.

E. Nur die Linien F, H und K sind sichtbar.

F. Ein Spektrum wie bei A, nur daß die G- und h-Linie schwach und die K-Linie stark auftritt.

G. Es treten noch andere Linien hinzu.

H. Ähnelt dem Spektrum der Klasse F, nur daß die Intensität des Spektrums schnell bei den Wellenlängen, die kleiner als 431 $\mu\mu$ sind, abnimmt.

I. Wie H, nur sind noch weitere dunkle Linien sichtbar.

K. Wie H, nur treten noch dunkle Banden hinzu.

L. Andere Varietäten der Klasse H.

M. Die Strahlen von größerer Wellenlänge als 476,2 $\mu\mu$ erscheinen bedeutend schwächer als die von kleinerer Wellenlänge.

N. Ist für die roten Sterne reserviert, die freilich im Draperschen Katalog nicht vorkommen, da sie nicht hell genug sind.

O. Umfaßt die Sterne, die hauptsächlich aus hellen Linien bestehen, wie die, die von Rayet entdeckt sind.

P. Umfaßt die Spektren aller planetarischen Nebel.

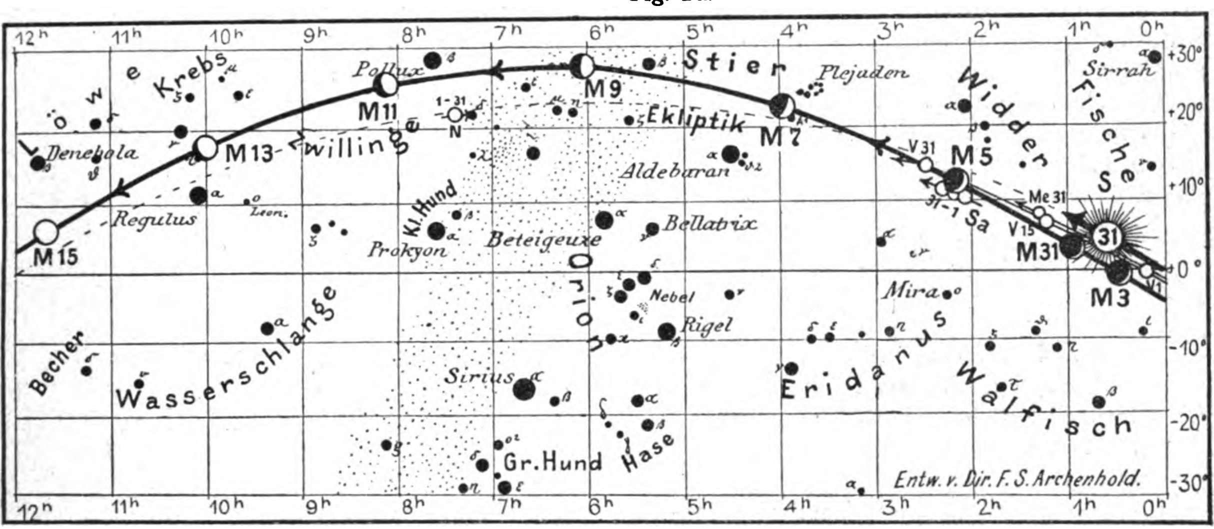
Q. Alle Spektren, die nicht in den obigen Klassen unterzubringen sind.

Hiernach entsprechen die Pickeringschen Klassen A bis D dem ersten Secchischen Typus. E bis L dem zweiten, M dem dritten, N dem vierten und O, P, Q Spektren, welche bei Secchi nicht vorkommen. Pickering[1]) hat noch auf Grund des Materials

[1]) Annals of Harvard College. Bd. 26, Kap 8.

für den Monat März 1911.

Fig. 2a.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

in diesem Draperschen Katalog über die scheinbare Verteilung der Spektralklassen am Himmel interessante Untersuchungen angestellt und gefunden, daß die Spektralklassen A und B besonders häufig in der Milchstraße vorkommen. Boraston[1]) hat noch weiter gefunden, daß Klasse B besonders stark im Schützen vorkommt und daß diese Sterngruppe auch eine gemeinsame Eigenbewegung zeigt, die gerade der Sonne entgegengesetzt gerichtet ist, sodaß sie sich auf das Sternbild des Orions zu bewegt. Ebenso scheint eine Gruppe von 150 schwachen Sternen zwischen Leyer und Herkules wiederum eine besondere Bewegung zu vollführen.

Zöllner hat zuerst die Ansicht ausgesprochen, daß die gelben und roten Sterne nur verschiedene Abkühlungsstufen der weißen Sterne darstellen, woraufhin H. C. Vogel eine andere Klassifikation vorgenommen hat, die die verschiedenen Entwicklungsstadien der Sterne darstellt:

Klasse I. Sterne, deren Glühzustand noch ein sehr hoher ist, sodaß die in ihren Atmosphären enthaltenen Metalldämpfe nur eine geringe Absorption ausüben. Es treten entweder keine oder nur sehr zarte Linien im Spektrum auf (weiße Sterne).

Klasse II. Sterne mit kräftigen Absorptionslinien (gelbe Sterne wie unsere Sonne).

Klasse III. Sterne, deren Hitze schon so weit gesunken ist, daß Verbindungen der Stoffe in ihren Atmosphären sich bilden können, die breite Absorptionsstreifen hervorrufen (rote Sterne). Bei den einzelnen Klassen werden dann noch Unterabteilungen vorgenommen.

Lockyer teilt die Sternspektren auf Grund seiner Ansicht, daß alle Körper im Weltenraume aus meteoritischen Dämpfen und Meteoren sich zusammensetzen, in sieben verschiedene Gruppen, von denen die erste Kometen und Nebelflecken enthält, deren Spektrum nur helle Linien darbietet, und deren letzte siebente alle dunklen Körper umfaßt.

Aus dem angeführten ist wohl ohne weiteres ersichtlich, daß sich eine strenge Vergleichung zwischen den Spektralklassen der einzelnen Autoren nur schwer durchführen läßt.

Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Sternenhimmel am 1. März abends 10 Uhr wieder, gilt auch für den 15. März abends 9 Uhr, den 1. April abends 8 Uhr u. s. f. Der Meridian läuft vom Südpunkte des Himmels durch die Wasserschlange zwischen den Zwillingen und

[1]) Astronomy and Astrophysics. Bd. 12, Seite 57.

dem Löwen entlang durch die vorderen Tatzensterne des großen Bären und den Polarstern parallel zu den beiden hellsten Sternen des Cepheus hin zum Nordpunkte des Horizontes, wo noch gerade einige Sterne des Schwans sichtbar sind. Aus den Spektrogrammen des Sternes 57 Cygni, der 4,7. Größe ist, hat **Baker** auf dem Allegheny-Observatorium in Pittsburgh aus drei Heliumlinien, zwei Wasserstofflinien und einer Magnesiumlinie festgestellt, daß der Stern aus zwei Sternen besteht, die in 2,8546 Tagen um einander laufen. Bei dem veränderlichen Stern Algol können wir den Umlauf des dunkleren Begleiters um den Hauptstern sechsmal im Monat März an folgenden Tagen beobachten.

März 6.	5^h morgens,	März 14.	7^h abends,
- 9.	2^h -	- 29.	3^h morgens,
- 11.	10^h abends,	- 31.	mitternacht.

Das Zodiakallicht wird vom 15. Februar bis zum 2. März und vom 16. bis 31. März am Westhimmel, nach Beendigung der Abenddämmerung, als eine mattleuchtende, schief zum Horizont gerichtete Pyramide zu sehen sein, insofern kein künstliches, störendes Licht den Horizont aufhellt.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die *Sonne* steht zu Anfang des Monats März im Sternbilde des Wassermanns und rückt, wie wir aus unserer Karte 2a ersehen, im Laufe des Monats in das der Fische. Hierbei durchschneidet sie am 21. März den Äquator, den sogenannten Frühlingspunkt. In diesem Moment stimmt die Sternzeit mit der mittleren Sonnenzeit überein. Obgleich in diesem Schnittpunkte des Äquators und der Ekliptik kein heller Stern steht, ist es doch einer der wichtigsten Punkte am Himmel, da immer, wenn dieser Punkt durch den Meridian zieht, der Sterntag in dem betreffenden Momente vollendet ist, bezw. von neuem zu zählen angefangen wird. Wie wir auch aus unseren Karten ersehen, steht deshalb an dieser Stelle 0^h und von hier aus werden auch die Rektascensionen der Sterne gezählt, sodaß beispielsweise die Sterne des Orions eine Rektascension haben, die zwischen 5^h und 6^h liegt; die Sterne des kleinen Hundes zwischen 7^h und 8^h u. s. f. Die Ekliptik hat schon in den frühesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gelenkt, da sie auch die Wandelbahn für die Planeten ist. Heute liegt der Frühlingspunkt in den Fischen, während er früher im Widder lag und 2151 Jahre zuvor im Stier, ebensolange vorher in den Zwillingen u. s. f., sodaß im Laufe von 25800 Jahren alle Sternbilder der Ekliptik einmal zu Frühlingssternen werden.

Infolge des Umlaufes der Erde um die Sonne rückt letztere im Laufe eines Jahres einmal in eins der 12 Tierkreisbilder und wiederum infolge des täglichen Umschwunges der Erde um ihre Achse rückt jedes Tierkreisbild im Laufe eines Tages einmal in den Meridian. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß sich die Mittagshöhe der Sonne während des Monats März um 12^0 hebt.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
März 1.	$-7^0\ 55'$	$6^h\ 55^m$ morgens	$5^h\ 41^m$ nachm.	$29^1/_2{}^0$
- 15.	$-2^0\ 29'$	$6^h\ 23^m$ -	$6^h\ 7^m$ -	35^0
- 31.	$+3^0\ 49'$	$5^h\ 45^m$ -	$6^h\ 35^m$ -	$41^1/_2{}^0$

Der *Mond* ist für den 1., 3., 5. u. s. f. wiederum in unsere Karten 2a und 2b mit seinen sich ändernden Phasengestalten eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond: März 1. $1^1/_2{}^h$ morgens.
Erstes Viertel: März 7. Mitternacht. Letztes Viertel: März 21. $1^1/_2{}^h$ morgens.
Vollmond: - 15. 1^h morgens. Neumond: - 30. $1^1/_2{}^h$ nachmittags.

Im Monat März finden drei Sternbedeckungen statt, von denen jedoch bei der ersten nur der Eintritt, bei der zweiten nur der Austritt bei uns zu beobachten ist.



Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
März 7.	A' Tauri	4,6	$3^h 59^m$	$+ 21^0 50'$	$0^h 53^m,9$ morgens	56^0	$1^h 38^m,7$ morgens	284^0	Monduntergang $1^h 22^m$ morgens
„ 16	ϑ Virginis	4,3	$13^h 5^m$	$- 5^0 4'$	$7^h 15^m,5$ abends	103^0	$8^h 10^m,7$ abends	314^0	Mondaufgang $8^h 3^m$ abends
„ 21.	22 Scorpii	5,0	$16^h 25^m$	$- 24^0 55'$	$1^h 50^m,1$ morgens	127^0	$3^h 3^m,7$ morgens	279^0	Mondaufgang $1^h 1^m$ morgens

Die Planeten.

Merkur (Feld $21^3/_4{}^h$ bis $1^1/_4{}^h$) bleibt wegen seines nahen Standes zur Sonne während des ganzen Monats unsichtbar.

Venus (Feld $^1/_4{}^h$ bis $2^1/_2{}^h$) ist zuerst schon $1^1/_2$ Stunden und am Ende des Monats $2^1/_4$ Stunden lang am Abendhimmel sichtbar. In der Zeit, in der die Venus aus den Strahlen der Sonne heraustritt, wird sie sehr oft von allen denen, die nicht an die Venus denken, als ein angeblich neuer Stern entdeckt. Es ist dies die Zeit, in der ich stets auf eine Reihe von Zuschriften rechnen kann, in denen von einem Stern berichtet wird, der vorher nicht an dieser Stelle war und auffallend hell sei. Da die Venus oft durch die Dünste des Horizonts ein verschwommenes Aussehen hat, wird auch von einem Schweifansatz berichtet, der sie zu einem neuen Kometen stempelt. Die Venus steht am 2. März abends 7 Uhr in Konjunktion mit dem Monde und am 29. März, 7^h morgens, in Konjunktion mit Saturn und zwar steht die Venus $2^0 24'$ nördlich vom Saturn.

Mars (Feld $19^1/_2{}^h$ bis 21^h) tritt am 11. März in Konjunktion mit Uranus, sodaß beide zusammen in einem Opernglase gesehen werden können, da Uranus nur 23' nördlich vom Mars steht Freilich sind beide nur am Morgenhimmel $^1/_2$ Stunde lang vor Sonnenaufgang sichtbar.

Jupiter (Feld $14^3/_4{}^h$) ist in rückläufiger Bewegung und tritt am 19. März in Konjunktion mit dem Monde. Er geht bereits vor Mitternacht auf, ist am Ende des Monats schon 7 Stunden lang am Nachthimmel sichtbar.

Saturn (Feld $2^1/_4{}^h$) wird in der Dauer seiner Sichtbarkeit immer mehr gekürzt, dadurch, daß die Sonne in seine Nähe rückt, sodaß er am Ende des Monats nur eine Stunde lang am Abendhimmel zu sehen ist.

Uranus (Feld 20^h) ist schon mehrere Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist wegen seines hohen Standes noch $7^1/_2$ Stunden lang am Abendhimmel zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

März 2. 7^h abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 4. 11^h abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 11. 10^h vormittags Mars in Konjunktion mit Uranus. Mars 23' südlich von Uranus.
- 19. 3^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 20. 2^h nachmittags Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- 21. 7^h abends Sonne im Zeichen des Widders. Frühlingsanfang.
- 26. 1^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 7^h morgens Venus in Konjunktion mit Saturn. Venus $2^0 24'$ nördlich von Saturn.
- 31. 8^h morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.





Kleine Mitteilungen.

Die Farben der Sterne im Orionnebel. Herr K. Burns teilt in den „Publ. of the astron. Soc. of the Pacific vol. 22“ mit, daß er versucht hat, die von Curtis mit dem Croßley-Reflektor der Lick-Sternwarte gemachten Aufnahmen, die auf gewöhnlichen oder auf farbenempfindlichen Platten unter Benutzung eines Gelbfilters hergestellt sind, zu Farbenbestimmungen der Sterne im Orionnebel zu benutzen. Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, daß die roten und gelben Sterne auf den farbenempfindlichen, und die blauen Sterne auf den gewöhnlichen Platten heller erscheinen, sodaß die Größenunterschiede der einzelnen Sterne auf den verschiedenen Plattensorten einen Maßstab für die Farbentönung des Sternes also auch für seinen Spektraltypus abgeben können. Es stellte sich heraus, daß die meisten Sterne, von 146 allein 125, gleicher Farbe und zwar blaue Sterne waren. Die Größen der einzelnen Sterne wurden abgeleitet von den bekannten Größen der Vergleichssterne des veränderlichen T Orionis. Da jedoch bei allen Sternen, deren Spektra im Orionnebel untersucht waren, nur der blaue Typus sich vorfindet, so mußte man noch andere Platten zur Hilfe nehmen, und zwar wählte man Aufnahmen vom Ringnebel in der Leyer, die unter den gleichen Bedingungen hergestellt waren. Hier fanden sich auch drei schwache Sterne vom Spektraltypus A, F und Ma. Bei den Sternen des Orionnebels stellte sich eine geringe Farbenveränderung mit der größeren Dichte der sie umgebenden Nebelmasse heraus, sodaß es nicht unwahrscheinlich ist, daß die Absorption der Nebelmassen an der Veränderung die Schuld trägt. Die nebelfreien Stellen enthalten überhaupt nur wenige Sterne und ausschließlich solche, deren Färbung normal ist, sodaß es wahrscheinlich ist, daß fast alle Sterne dieses Gebiets auch wirklich physisch mit den Nebelmassen verbunden sind. Es hat sich noch bei der Untersuchung der Platten ergeben, daß etwa 20 veränderliche Sterne unter ihnen vorkommen, sodaß die schon früher ausgesprochene Vermutung, daß die Veränderlichen besonders häufig in Nebelwelten und Sternhaufen vorkommen, sich auch hier bestätigt. Jedoch sind in diesem Falle die gefundenen Veränderlichen nicht wie zumeist rot gefärbt, sondern von blauer Farbe, sodaß sie auch wahrscheinlich eine recht kurze Periode ihrer Veränderlichkeit zeigen werden.

F. S. Archenhold.

* * *

Über die natürliche und künstliche Brandzone der Meteoreisen und das Verhalten der Neumannschen Linien im erhitzten Kamacit haben F. Berwerth und G. Tammann der Königl. Akademie der Wissenschaften in Wien eine Abhandlung überreicht, die interressante Beobachtungen über Veränderungen des Kamacites von Mount Joy bei Erhitzung enthalten; sie hängen von der Zeit und der Temperatur ab. So war bei 700° Erhitzung und 240 Sekunden Branddauer die Veränderung unvollständig, desgleichen bei 820° Temperatur und 20 Sekunden und 900° Temperatur und 1 Sekunde Branddauer; wohingegen bei 1100° Temperatur bereits bei 2 Sekunden und bei 1200° Temperatur schon bei 1 Sekunde Branddauer die Veränderungen vollständig auftraten. Weiter fanden sie, daß die Kluftnetze zwischen den abgekörnten Teilen nicht wie die Neumannschen Linien durch mechanische Beanspruchung entstanden sein können.

Beobachtungen über die Breite der natürlichen Brandzonen haben ergeben, daß die Behauptung von Brezina, wonach die Breite der Brandzonen umgekehrt proportinal dem Gewichte des Meteoriten sei, nicht richtig und dieser Zusammenhang auch aus der Theorie der Wärmeleitung theoretisch nicht zu erwarten ist. Da ferner die Brandzonen an den vertieften Stellen der Oberfläche stets die kleinste Breite besitzen, also Stellen der schwächsten Oberflächenerhitzung sind, so beweist auch diese Beobachtung die Unrichtigkeit der Daubréeschen Piezoglyptentheorie.

Schließlich werden Versuche über die Herstellung einer künstlichen Brandzone mitgeteilt. Mittels Anwendung des Knallgasgebläses wurde eine den natürlichen Verhältnissen vollkommen entsprechende künstliche Brandzone am Kamacit des Meteoreisens von Mount Joy erzielt.

* * *

Ein Meteorstein, der in dem Meteorkrater, 8 km südlich von der Sunhhine-Station der Atchison, Topeka und Santa Fe-Bahn im Coconino-Distrikt in Arizona gefunden worden ist, und dessen Gewicht 92 kg beträgt, ist von W. H. Crocker der Lick-Sternwarte geschenkt und dort in der Haupthalle aufgestellt worden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



„Das Weltall“, Jg. 11, Heft 10.

Aus dem „Astronomischen Museum“ der Treptow-Sternwarte.

Johannes Hevelius.

(Geboren am 28 Januar 1611, gestorben am 28. Januar 1687.)

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 10. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** **1911 (Zweites Februarheft).**
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

Johannes Hevelius.

Ein Gedenkblatt zum 300. Geburtstage.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage.)

In dem gleichen Jahre, in dem der große Meister Kepler zum ersten Male die Gesetze für die Lichtbrechung in Glaslinsen in seiner berühmten „Dioptrik" aufstellte und das astronomische Fernrohr in seiner einfachsten Gestalt beschrieb, 10 Jahre nach dem Tode des berühmten dänischen Beobachters Tycho Brahe, wurde in Danzig am 28. Januar 1611 dem Brauereibesitzer Abraham Hevelke und dessen Ehefrau Cordula, aus dem Geschlechte Hecker, ein Sohn Johannes geboren, der unter den schwierigsten Umständen zu einer Zeit, als die Kriegsfurie des dreißigjährigen Unfriedens Deutschlands Fluren verödete und geradezu lähmend auf Künste und Wissenschaften wirkte, jede freie Stunde seines Lebens der Astronomie weihte. Mit welchem Erfolge, wollen wir im folgenden schildern, jedoch zuvor aus seiner Jugend- und Bildungszeit alles das mitteilen, was uns das so merkwürdige Wirken dieses Mannes verständlicher machen wird und dazu beitragen dürfte, unsere Sympathie und Bewunderung für ihn zu erhöhen. Ein Mann, der zeitlebens den Beruf eines Bierbrauers und Ratsherren gewissenhaft ausfüllte und doch Zeit fand, ein großes Werk über den Mond[1]) zu schreiben, das neben vielen zahlreichen Einzeldarstellungen die erste vollständige Mondkarte enthält, der einen wertvollen Fixsternkatalog mit 1564 Örtern und einen Sternatlas mit prachtvollen Bildern auch des südlichen Himmels veröffentlichte, der 4 Kometen,



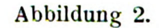
Abbildung 1.

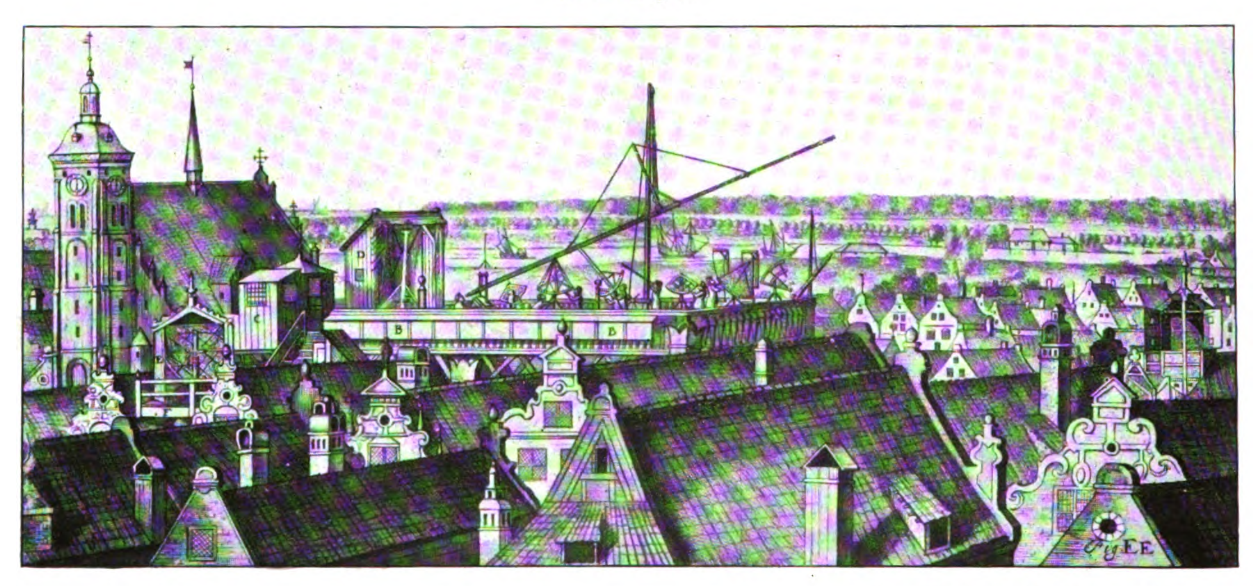
Denkmal von Johannes Hevelius.

[1]) Wir geben am Schluß ein Verzeichnis aller Werke von Hevelius und über Hevelius wieder, die uns zugänglich waren.

die vom Jahre 1652, 1661, 1664 und 1677 entdeckte und den von 1672 so genau beobachtete, daß Berberich aus diesen Beobachtungen eine definitive Bahn ableiten konnte, der die Periode des veränderlichen Sternes „Mira“, des „Wunderbaren“ im Walfisch, zu 11 Monaten bestimmte, den Abstand des berühmten Doppelsternpaares 61 Cygni zuerst maß, tausende von Mondkratern, Sonnenflecken, Jupiter-, Venus- und Merkurs-Beobachtungen etc. auf seiner selbsterbauten „Stellaeburgum“ mit selbstkonstruierten Instrumenten anstellte, verdient es, das wir seiner noch heute gedenken.

Auszüge von Briefen, welche an und über Hevelius geschrieben worden sind, und die wir weiter unten (S. 152) abdrucken, spiegeln, wenn auch im Style der damaligen Zeit in überschwenglicher Weise, die Wertschätzung seiner Zeitgenossen wieder.


Abbildung 2.



Aus: Hevelius, „Machinae coelestis“ 1673.
Hevelius Sternwarte „Stellaeburgum“ in Danzig.

Aus der frühesten Jugendzeit Johannes ist uns nur wenig bekannt. Er war der Erstgeborene und hatte noch 6 Schwestern und 3 Brüder, von denen ihn nur die jüngste Schwester überlebte. Er wurde von seinem Vater zu einem praktischen Berufe bestimmt und, weil damals Danzig zum Königreich Polen[1]) gehörte, schon mit 14 Jahren nach Gondecz, unweit Bromberg, geschickt, um die polnische Sprache zu erlernen. Nach seiner Rückkehr trat er bei einem Kaufmann als Lehrling ein. Aber seine Neigung zu den Wissenschaften veranlaßte seine Eltern, ihn 1627 auf das akademische Gymnasium zu schicken, wo er fleißig insbesondere mathematische Vorlesungen hörte, obgleich er sich eigentlich nur mit Rechtswissenschaft und Literatur, um später Ratsherr werden

[1]) Danzig behielt bei der ersten Teilung Polens 1772 zwar noch seine Freiheit, war aber schon von preußischem Gebiet völlig umschlossen und fiel erst bei der zweiten Teilung endgiltig an Preußen. Hevelius ist aber nachweislich deutscher Abstammung, was schon aus den verschiedenen Schreibweisen seines Namens, Hövelcke, Hövelius, Hewelcke (eigentlich Hügelchen), hervorgeht. Danzig ist auch der Geburtsort von Fahrenheit, v. Archenholtz, Chodowiecki, Johanna Schopenhauer u. a.

zu können, beschäftigen sollte. Es war besonders der bekannte Mathematiker und Astronom Peter Crüger (Krüger), der ihn für die Astronomie begeisterte. Crüger war ein treuer Anhänger der Lehre des Kopernikus und trug auch schon die neuen Himmelsgesetze des großen Kepler seinen Schülern vor. Sein im Jahre 1630 in Breslau veröffentlichtes Werk *„Frag und Antwort, darinnen die aller kunstreichsten und tiefsten Geheimnisse d. Astronomie usw. dermassen deutlich u. verständlich ausgeführt sind, dass dieselben beydes von Gelehrten und Ungelehrten gar leicht können gefasst und begriffen werden“* fand

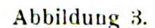


Abbildung 3.

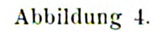
Aus: Hevelius, „Machinae coelestis“ 1673.

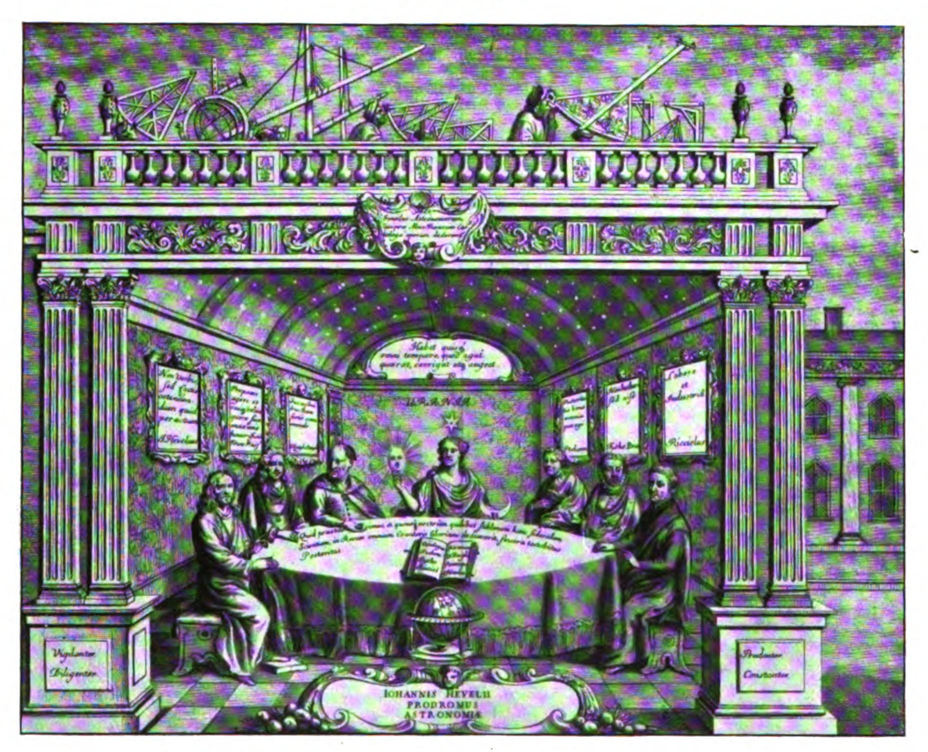
Großes Fernrohr von Hevelius vor den Toren Danzigs.

große Verbreitung. Hevelius durfte als sein Lieblingsschüler ihm bei der Konstruktion von Sonnenuhren, Himmelsgloben und Armilarsphären, beim Linsenschleifen und bei sonstigen mechanischen Arbeiten behülflich sein und erhielt so zum großen Nutzen seiner späteren Beschäftigung eine große Fertigkeit in der Behandlung des Holzes, wie auch der Metalle, im Kupferstechen und anderen mechanischen Künsten.

Soweit es der damals traurige Zustand der akademischen Instrumente zuließ, half Hevelius seinem Lehrer mit jugendlichem Enthusiasmus bei seinen astronomischen Beobachtungen. In der Frauengasse in Danzig, wo Peter Crüger

allerlei wunderbare Instrumente und Sammlungen untergebracht hatte, waren oft Lehrer und Schüler in trautem Zwiegespräch bis in die frühen Morgenstunden beisammen, um theoretisch und praktisch ihrer Lieblingswissenschaft obzuliegen. Auf Wunsch seiner Eltern, die die astronomischen Neigungen ihres Sohnes nicht gern sahen, trat Hevelius eine mehrjährige Reise (1630—34) ins Ausland an und kehrte so zum Studium der Rechts- und Verwaltungswissenschaften zurück. Er besuchte nacheinander Holland, wo er ein Jahr lang auf der Universität zu Leyden studierte, England, Frankreich, wo er allerwärts in Berührung mit bedeutenden Männern, wie Frist, Wallis, Gassendi und vielen anderen. kam. Er hatte noch die Absicht, in Italien Galilei aufzusuchen, als er im Jahre 1634, nach vierjähriger Abwesenheit, von seinen Eltern nach Danzig zurückberufen

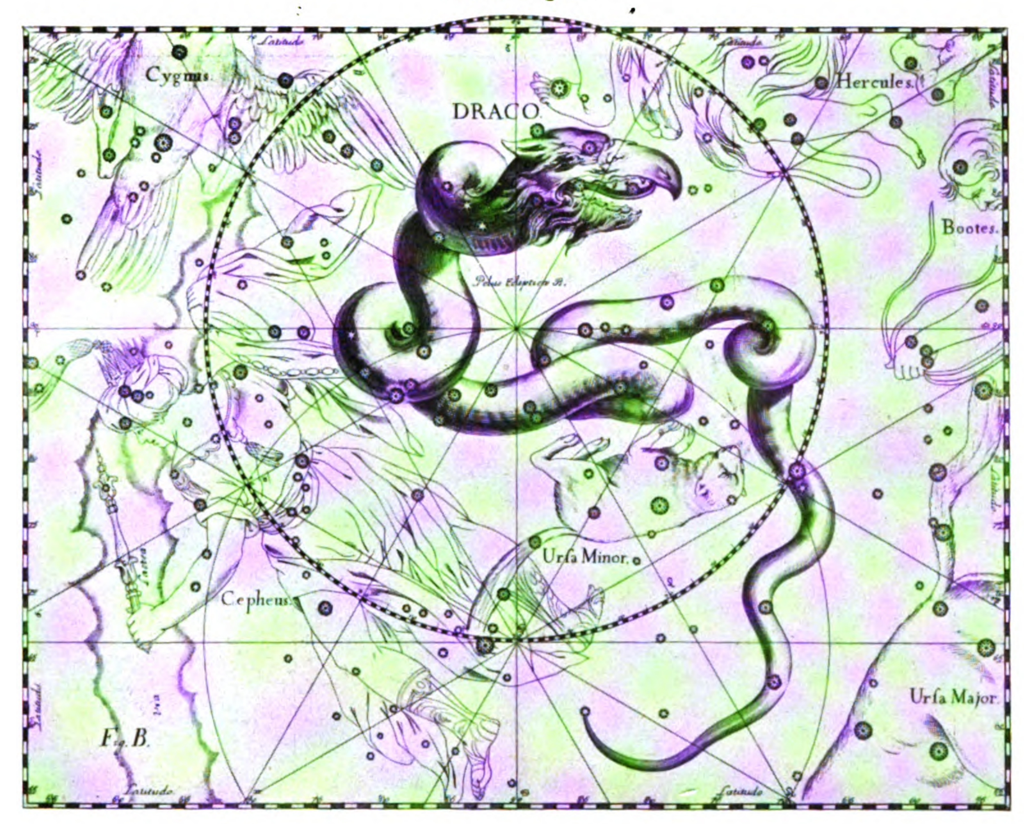

Abbildung 4.



Titelbild, aus: Hevelius „Prodromus Astronomiae“, 1690.

wurde. Hier lebte er sich schnell in den Brauereibetrieb seines Vaters ein und heiratete am 21. Mai 1635 Katharina, die Tochter eines angesehenen und wohlhabenden Kaufherrn, Johann Rebeschke. Es hatte den Anschein, als ob die Liebe zur Astronomie in dem jungen Manne ganz erstorben wäre, doch trat im Mai 1639 ein völliger Umschlag ein, nachdem sein Freund und ehemaliger Lehrer, den er wenige Tage vor seinem Tode besuchte, ihn inständig gebeten hatte, sich doch ja wieder der Astronomie zuzuwenden. Diese Bitte des Sterbenden machte einen so tiefen Eindruck auf Hevelius, daß er von nun an seine ganze freie Zeit zum Bau von Instrumenten und zu astronomischen Beobachtungen verwendete. Trotzdem vernachlässigte er seinen Beruf und die Ehrenämter, die er inne hatte, in keiner Weise, sodaß man mit Recht von ihm sagte: *„Den Wissenschaften lag er ob, als ob er nichts weiter zu tun hätte; und den städtischen*

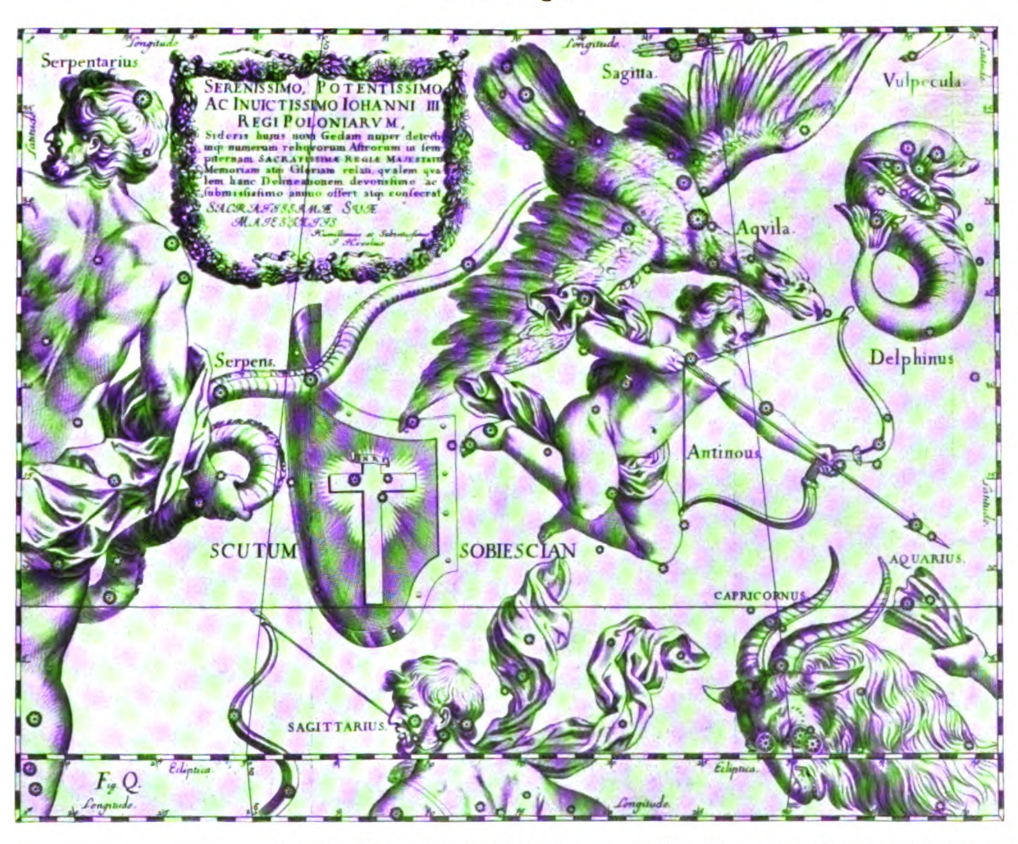
Abbildung 5.



Der Drache (Draco).

Aus: Hevelius, „Prodromus“ 1690.

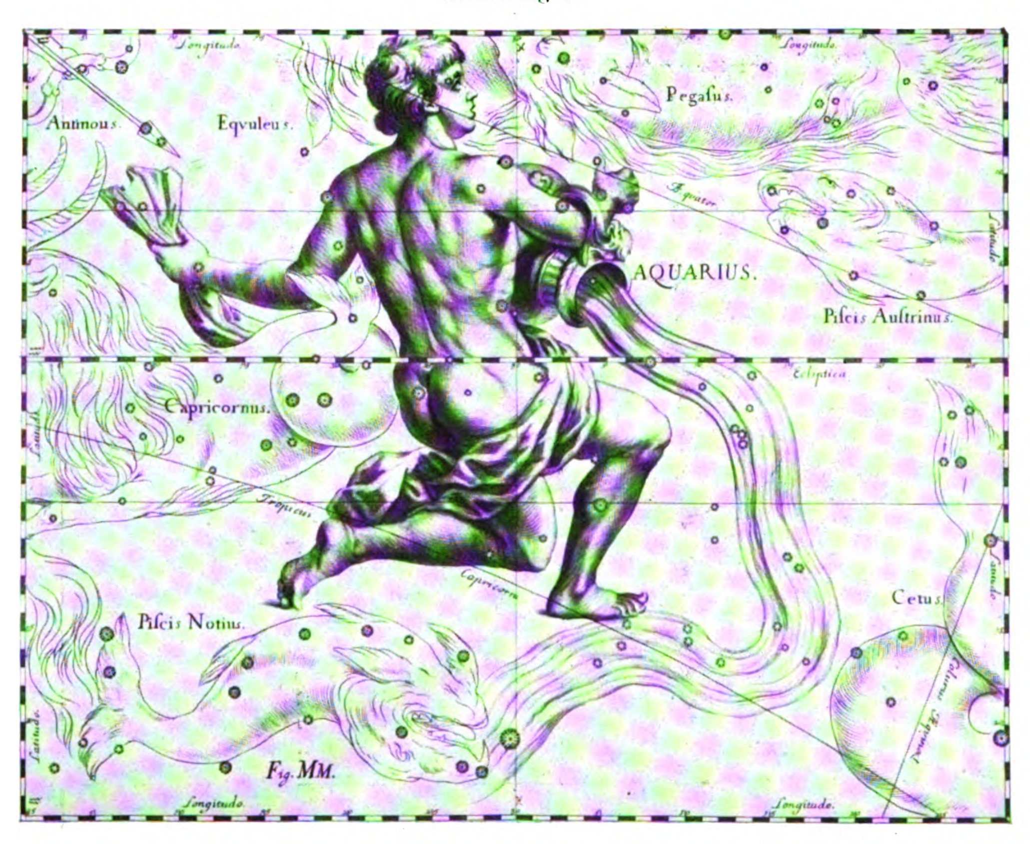
Abbildung 6.



Der Sobieskische Schild (Scutum Sobiesii).

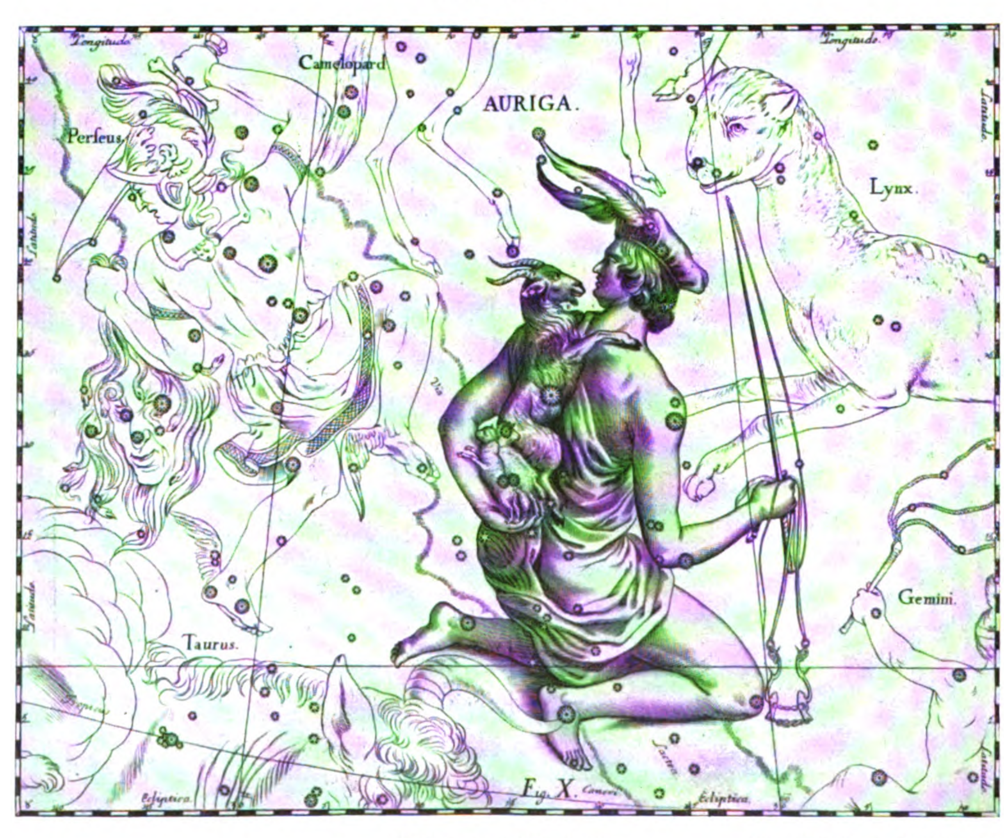
Aus: Hevelius, „Prodromus“ 1690.

Abbildung 7.



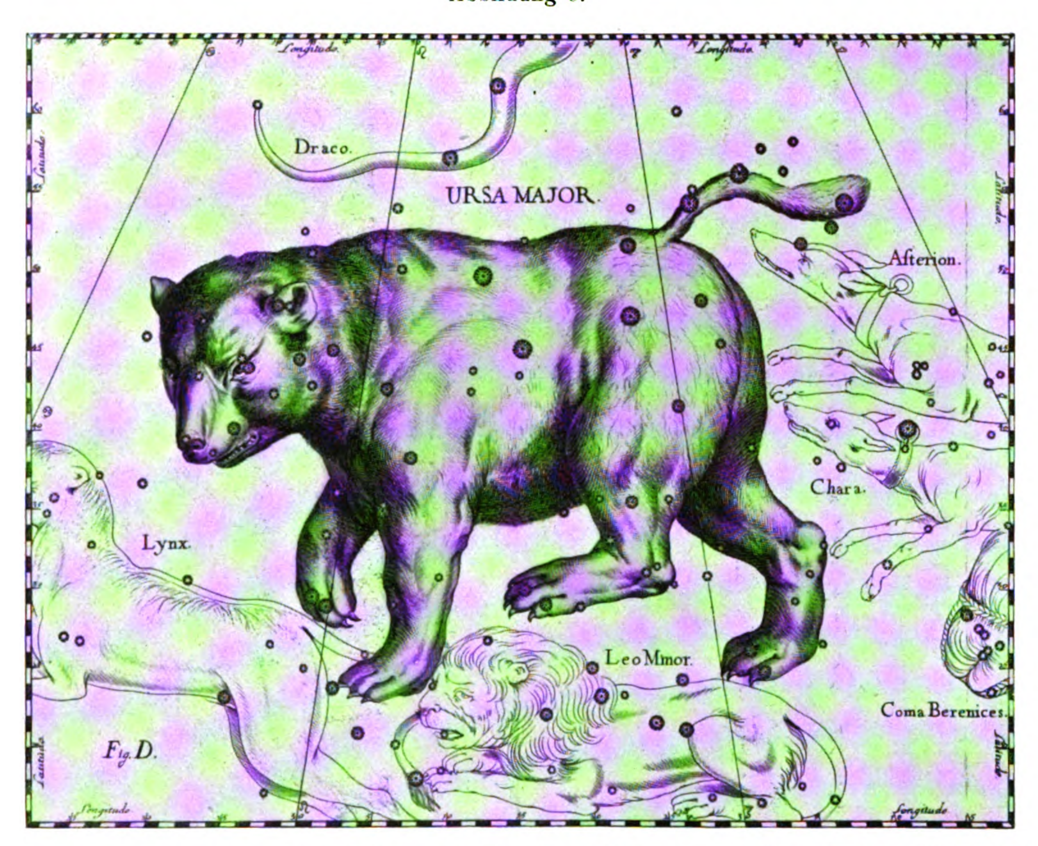
Wassermann (Aquarius). Aus: Hevelius, „Prodromus“ 1690.

Abbildung 8.



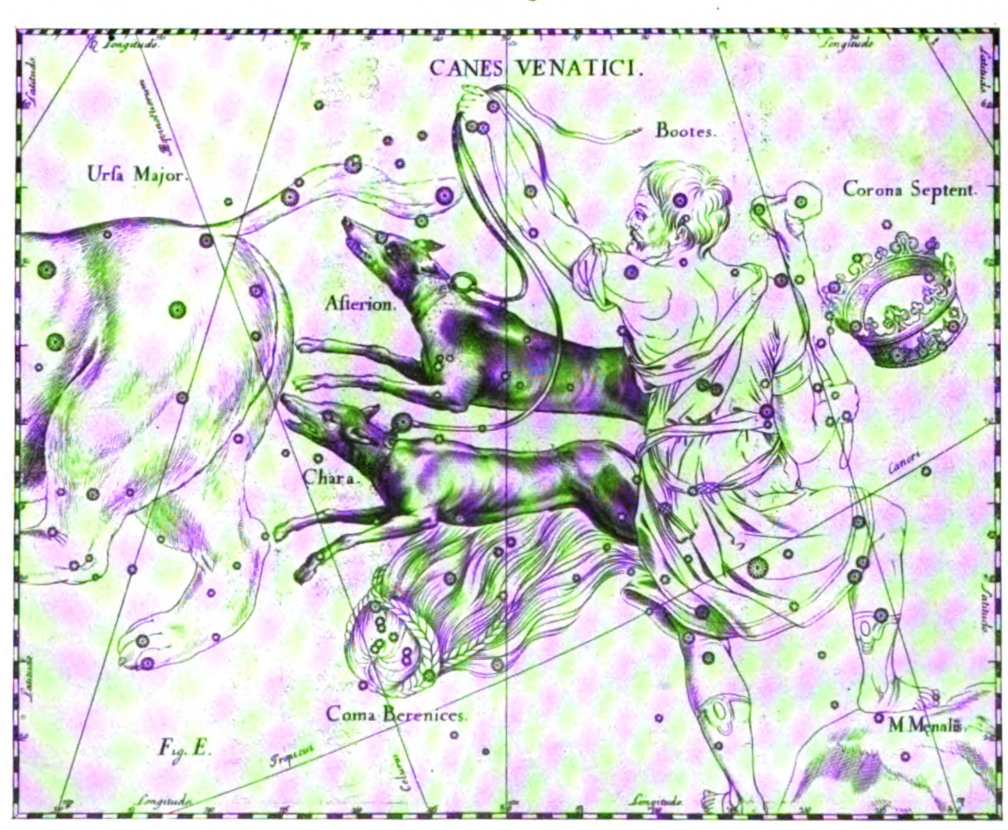
Fuhrmann (Auriga). Aus: Hevelius, „Prodromus“ 1690

Abbildung 9.



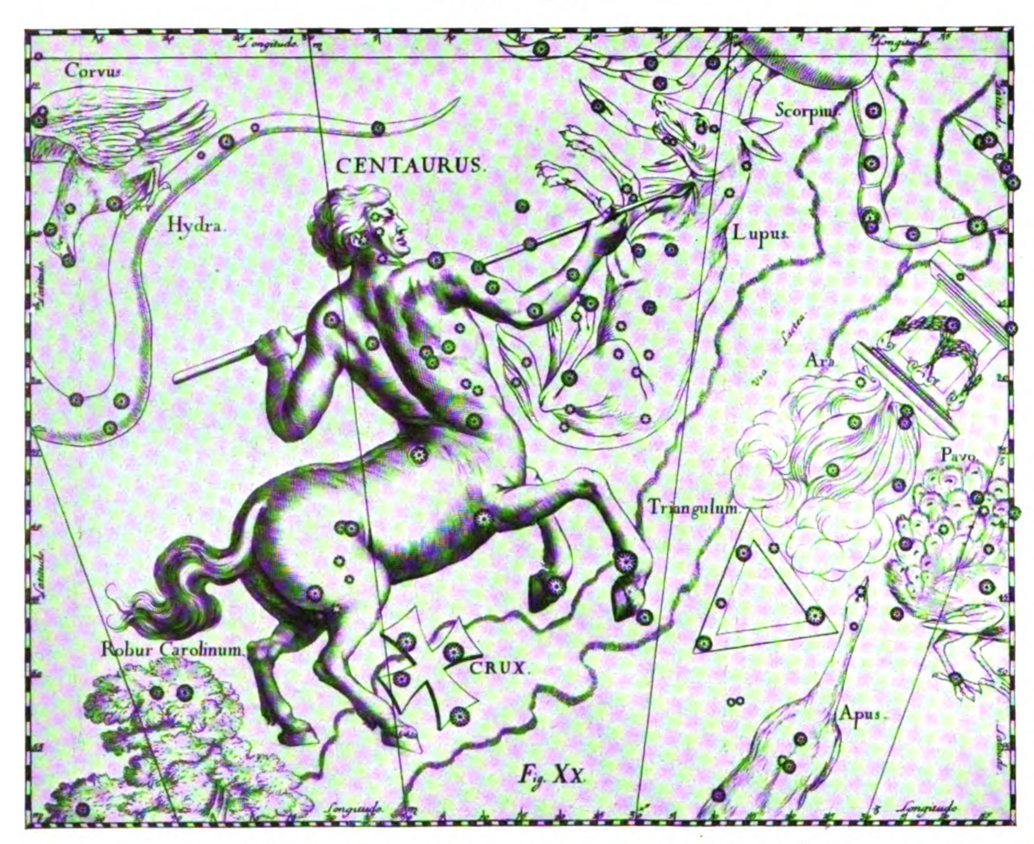
Der große Bär (Ursa Major). Aus: Hevelius, „Prodromus" 1690.

Abbildung 10.



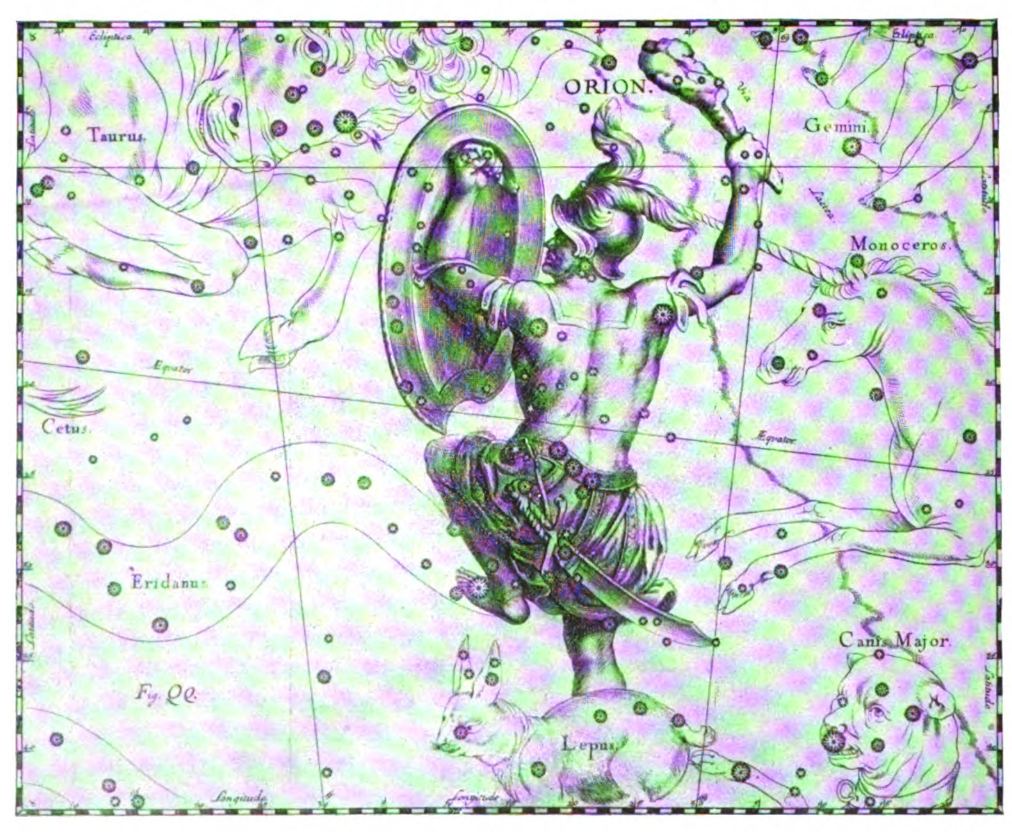
Die Jagdhunde (Canes Venatici). Aus: Hevelius, „Prodromus" 1690.

Abbildung 11.



Centaur (Centaurus) und südliches Kreuz (Crux). Aus: Hevelius, „Prodromus" 1690.

Abbildung 12.

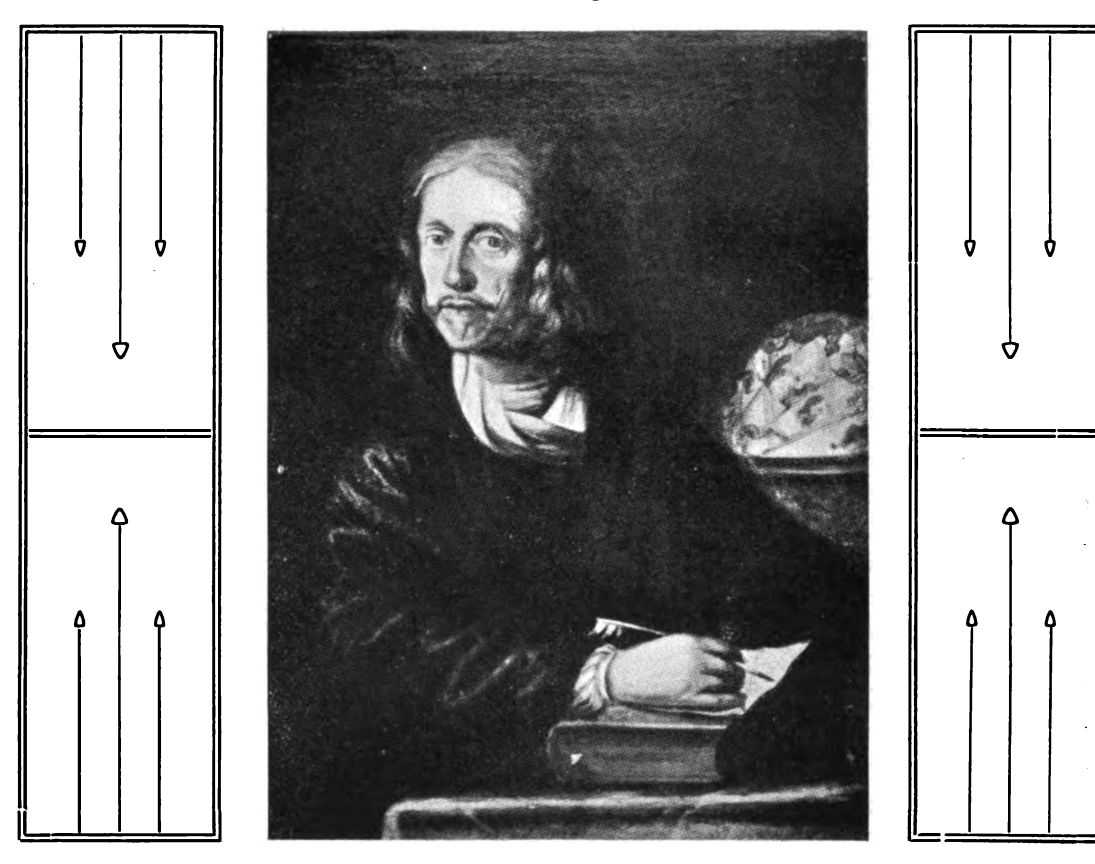


Orion. Aus: Hevelius, „Prodromus" 1690.

Ämtern und seinen Freunden widmete er sich so, als wenn er von Wissenschaften garnichts verstünde". Er war im Jahre 1641 in die Schöppenbank und 1651 in den Rat der Altenstadt Danzig gewählt worden.

Im Jahre 1639 beobachtete er sehr sorgfältig die totale Sonnenfinsternis am 1. Juni und nachdem er eine Reihe astronomischer Instrumente beschafft und zum Teil selbst erbaut hatte, errichtete er 1641, gleichzeitig mit der Übernahme des Schöppenamtes, auf seinen drei nebeneinander liegenden Häusern in der „Pfefferstadt" eine Sternwarte, die er „Stellaeburgum" benannte. (Abbildung 1.)

Abbildung 13.



Johannes Hevelius
nach dem Gemälde von Daniel Schulz.
Das Original befindet sich in der Stadtbibliothek zu Danzig.

Da die Häuser gleiche Firstenhöhe hatten, ließ er über diese hinweg eine Plattform in Gestalt eines Rechtecks von 1250 Quadratfuß Flächenraum, welche rings mit einem Geländer umgeben war, auf einem einfachen Unterbaue aufführen. Auf derselben befand sich ein Drehpavillon für einen Quadranten und ein anderer für einen neuen sechsfüßigen Sextanten, zwischen beiden ein dritter Pavillon zum Aufenthalt des Astronomen. Die Aussicht von der Sternwarte war ganz frei und bei der reizenden Umgebung von Danzig sehr schön; im Norden und Osten erblickte man die Weichsel, die Festung Weichselmünde, das Meer und am äußersten Horizont die Halbinsel Hela. Im Süden und Westen sah man die Stadt, die Nehrung und die Hügel gegen Uhra und Langfuhr. Die

Lage wurde kaum von Tycho Brahes Uranienburg übertroffen, die jener mit Unterstützung des Königs von Dänemark auf der Insel Hveen am Sunde errichtet hatte.

Die ersten Fernrohre Hevelius besaßen nur eine Länge von $1^1/_2$ bis 4 m und die Rohre selbst waren aus Pappe angefertigt. Als Hevelius mehr Übung im Glasschleifen erlangte, erbaute er Fernrohre bis 10 m Länge und machte die Rohre aus Holz oder verzinntem Eisenblech. Das Objektivende wurde an einem Geländer, vermittelst einer Stange durch Rollen und Stricke auf- und niederbewegt, und das Okularende durch eine gezackte Stange erhöht oder erniedrigt. Das größte Fernrohr, welches er noch auf seiner „Stellaeburgum" errichten konnte, hatte eine Länge von 18 m; dieses Fernrohr mußte jedoch für jede Beobachtung besonders aufgestellt werden und ist deshalb sehr selten in Anwendung gekommen. Zuletzt baute Hevelius ein Riesenfernrohr von 45 m Länge, das an einem Mast von 27 m Höhe vermittelst Flaschenzug emporgezogen wurde. Das Objektiv, welches von dem Optiker Buratini in Warschau geschliffen war und sich gegenwärtig noch in Danzig befindet, wurde in diesem Falle mit dem Okular nicht mehr durch eine geschlossene Röhre verbunden, sondern nur durch ein versteiftes Brett, welches an der Seite kreisrunde Öffnungen trug; dieses große Fernrohr (vergl. Abb. 3) erregte zurzeit großes Aufsehen; es war je-

Der südlich

Abbildung 14.



e Sternenhimmel.

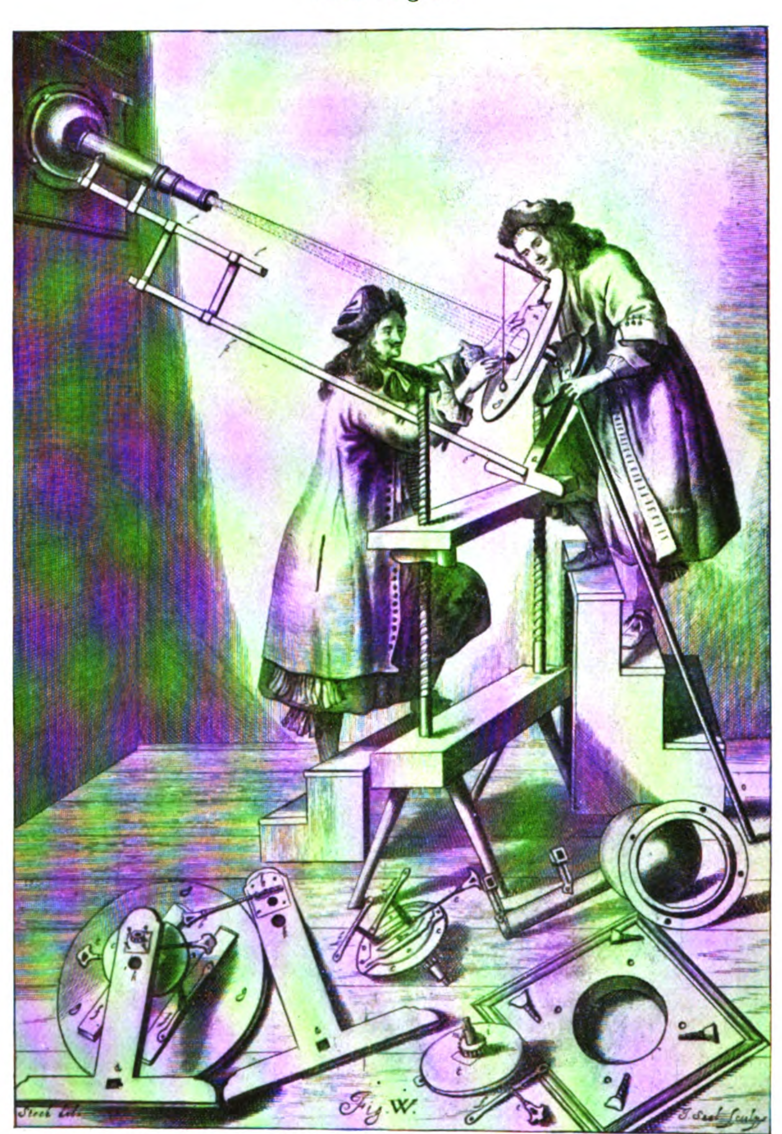
Aus: Hevelius, „Prodromus“ 1690.

doch in seinen Bewegungen recht unbeholfen und im Gebrauch nicht einwandsfrei, wenngleich zahlreiche Stricke die Biegung des Rohres aufzuheben versuchten.

Hevelius hatte in seinen Häusern auch eine Druckerei eingerichtet. Er begnügte sich nicht damit, die Zeichnungen selbst zu entwerfen, sondern er stach sie auch in Kupferplatten. Von dieser seiner Kunst legen unsere Abbildung 4, das Titelblatt aus Hevelius reich ausgestattetem Werke: „Prodromus astronomiae“, welches 1690 aus seinen nachgelassenen Schriften von seiner Frau herausgegeben wurde und der prachtvolle Sternatlas, den Hevelius auch eigenhändig entworfen, beredtes Zeugnis ab. Wir geben einige dieser Sternbilder in Abb. 5 bis 12 wieder. Hierunter befinden sich auch zwei der neu von Hevelius eingeführten Sternbilder, Der Sobieskische Schild (Abb. 6), ein Ehrendenkmal für seinen Gönner Johann III, König von Polen, der aus der Sobieskischen Familie stammte, und die beiden Jagdhunde Asterion und Chara (Abb. 10), die dem Bootes, dem Treiber des großen Bären, von Hevelius als Hilfe beigegeben wurden. Der kleine Löwe, Leo minor, und der Luchs, Lyux, verdanken auch ihre Versetzung an den Himmel Hevelius. Wir finden sie als Nebenfiguren in Abb. 9 und 8. Das letztere Sternbild wird nur aus ganz kleinen Sternen gebildet, die nur von sehr scharfen Augen gesehen werden können.

Der Atlas enthält auch eine sehr schöne Darstellung des südlichen Sternenhimmels (Abb. 14), bei der Hevelius ein Verzeichnis von Halley benutzen konnte (vergl. Halleys Brief vom 11. Nov. 1678, S. 157).

Abbildung 15.



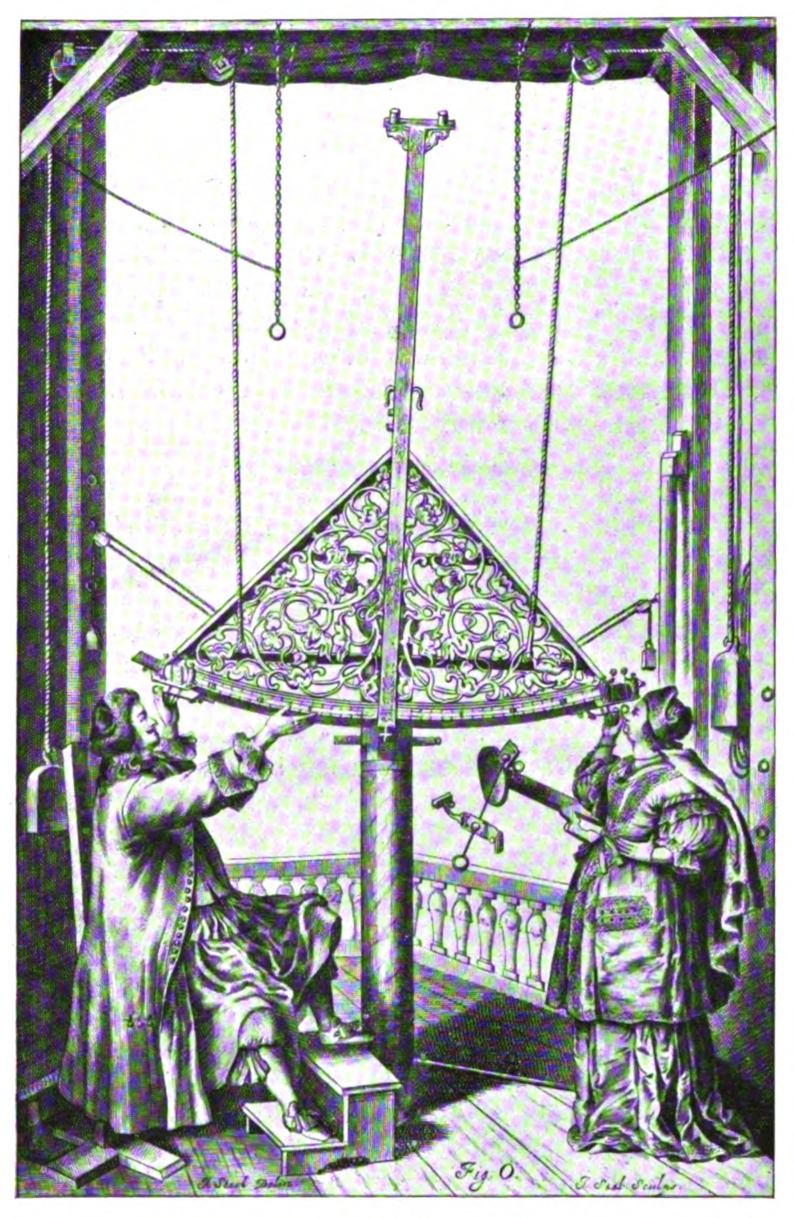
Aus: Hevelius, „Machinae coelestis" 1673.

Hevelius und sein Gehülfe bei der Beobachtung der Sonnenfinsternis im Jahre 1661.

Bei allen seinen Beobachtungen benutzte Hevelius selbstgefertigte Instrumente. Vergleicht man die Winkelmesser des Hevelius mit denen Tychos, so wird man zugestehen müssen, daß Hevelius mehrere wesentliche Verbesserungen daran angebracht hat, die er selbst erfunden und meist, was die feinere Arbeit, namentlich die Teilung anbetrifft, mit eigener Hand ausgeführt hat. Die Verbesserungen betreffen 1. die überaus leichte Beweglichkeit der großen, schweren Instrumente, welche er durch geschickte Benutzung von Rollen, Gegengewichten, Hebeln, Zahn und Trieb und durch richtige Verteilung der Last erzielte; 2. die sichere und leichte Einstellung des ganzen Instruments und namentlich der Alhidade durch Anwendung von Stell-, Druck- und Korrektionsschrauben und durch Gewichte und Gegengewichte; 3. die möglichst genaue Einteilung des Limbus mit Anwendung des Nonius und einer Mikrometerschraube; 4. die sinnreiche Einrichtung der Diopter, ebenso wohl des Objektiv- als des Okular-Diopters; 5. die Vorrichtung, daß der Beobachter selbst bei vertikaler Stellung der Alhidade noch mit aller Bequemlichkeit observieren konnte, und 6. die Einrichtung des Drehpavillons. — Von Scheiner, der zur Beobachtung der Sonne ein Heliotrop und Helioskop erfunden hatte, entlehnte er das letztere,

vereinfachte es aber und verbesserte es wesentlich. Mit einem solchen Instrument beobachtete er auch die Sonnenfinsternis im Jahre 1661 (Abb. 15), indem er das Sonnenbild durch ein Fernrohr in ein verdunkeltes Zimmer auf Papier fallen ließ, das er vermittelst einer Stange immer senkrecht zur Fernrohrachse zu halten verstand. Wenn sein Gehilfe anderweitig beschäftigt war, unterstützte ihn seine Frau bei den astronomischen Beobachtungen (Abb. 16).

Abbildung 16.



Aus: Hevelius, „Machinae coelestis“ Pars I. 1673

Johannes Hevelius und seine Frau bei der Beobachtung am großen Quadranten.

Kein Beobachtungsgebiet blieb Hevelius fremd. In den Jahren 1642 bis 1645 zeichnete er eifrig Sonnenflecke und sammelte zum Vergleich frühere Darstellungen (Abb. 17). Die zahlreichen Tafeln der „Selenographia“, seines Hauptwerkes über den Mond, zeugen (Abb. 18) von seinem zeichnerischen Geschick und seinem unermüdlichen Eifer. In Paris habe ich zufällig ein Exemplar dieses Werkes aufgefunden, das ein vorzügliches Portrait von Hevelius und eine eigenhändige Widmung des Verfassers an Louis Henri de Lomenie, Graf von Brienne, enthält. Wir geben sie in Abbildung 22 hier wieder. Das Buch bildet jetzt eine Zierde unserer Bibliothek. Das Wappen des Herzogs ist in Gold, als ein Super-Exlibris [1])

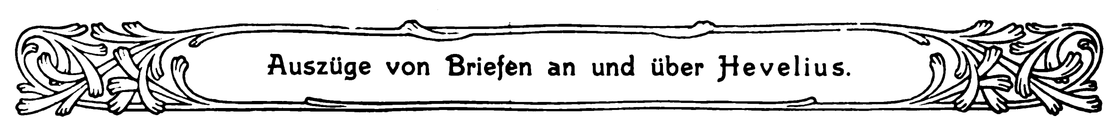
[1]) Dr. Kekule von Stradonitz, der sich speziell mit den Super-Exlibris beschäftigt, wird dieses kostbare Stück noch besonders vom bibliophilen Standpunkte aus behandeln; das Buch enthält noch zwei Exlibris von John Putland und einem Unbekannten. Die Bibliothek des Grafen von Brienne ist am 24. April 1724 bei James Woodman in London zur Auktion gelangt.

(Außenpressung) auf den Umschlag gepreßt. Ein anderes Werk Hevelius die „Cometographia“, enthält prachtvolle Darstellungen von Kometen (Abb. 19 und 20). Auch finden wir solche in dem berühmten Buche „Das Stufenjahr“ (Abb. 21), sein letztes Werk, das er noch eigenhändig in Druck geben konnte.

Das Leben Hevelius blieb nicht frei von Prüfungen; im Jahre 1662, als seine Beobachtung des Merkurdurchganges ihm viele Ehrungen von Akademien und Universitäten einbrachte, traf ihn durch den Tod seiner Gattin ein harter Schicksalsschlag.

Er heiratete ein zweites Mal am 3. Februar 1663 die schöne 16jährige Tochter eines angesehenen Danziger Kaufmannes Elisabeth Koopmann, die ihm eine treue Gehilfin, auch bei seinen Beobachtungen wurde. Nun konnte Hevelius sich immer mehr seinen Beobachtungen widmen, zumal König Johann III. ihm 1677 eine jährliche Pension von 1000 Gulden aussetzte. Zwei Jahre später wurde Hevelius von einem neuen Schicksalsschlage getroffen; als er außerhalb der Stadt auf seinem Landhause weilte, wurden seine Sternwarte (Abb. 2) nebst Bibliothek, Druckerei, wie auch seine noch unveröffentlichten Schriften in Asche gelegt. Gerettet wurden nur u. a. die Keplerschen Handschriften, welche Hevelius auf seiner Reise von dem Sohne Keplers gekauft hatte, eine große Anzahl seiner Kupferplatten und 15 Bände der an ihn gerichteten Briefe, von denen wir hier einige wiedergeben. Der größte Teil der „Machinae coelestis, Pars posterior“ ging mit in den Flammen unter, daher ist dieses Werk besonders selten. Hevelius ließ jedoch den Mut nicht sinken und erbaute mit Unterstützung seiner vielen Freunde und Gönner eine neue Sternwarte. Unter der Nachwirkung jenes Unglückes und der angestrengten Beobachtungstätigkeit ließen seine Kräfte immer mehr nach, und an seinem Geburtstage, den 28. Januar 1687 starb Hevelius mit dem Bewußtsein, daß sein wissenschaftlicher Nachlaß in den Händen seiner Frau gut aufgehoben sei.

Während das der „Selenographia“ vorgesetzte Bildnis, welches von Twenhusen gemalt und von Falck gestochen war (Abb. 22), Hevelius im kräftigen Mannesalter darstellt, zeigt uns das in unserer Beilage wiedergegebene, dem „Prodromus astronomiae“ vorgedruckte Bild, das von A. Stech gemalt und von Lambertus Visscher gestochen worden ist, Hevelius im Alter von 70 Jahren. Es existiert noch ein drittes Gemälde von Daniel Schulz, das Hevelius in sitzender Stellung neben einem Himmelsglobus wiedergibt (Abb. 13). Auch zwei Medaillen sind Hevelius zu Ehren geprägt worden. Ein Denkmal (Abb. 1) ist ihm gelegentlich seines hundertjährigen Todestages von dem letzten König der Polen, Stanislaus Augustus in Danzig errichtet worden. Noch länger als dieses werden seine Werke und astronomischen Beobachtungen den spätesten Geschlechtern seinen Ruhm verkünden. —



Auszüge von Briefen an und über Hevelius.

Petrus Gassendi schreibt: 24. März 1644.

An den hochberühmten und hochweisen Joh. Hev. in Danzig, Schöppen der Altstadt daselbst.

Sie haben mir, hochberühmter Mann, eine so außerordentliche Freundlichkeit bewiesen, daß es über mein Vermögen geht, mich würdig dankbar zu zeigen. Sie selbst haben mir Anteil an Ihrer Freundschaft ge-



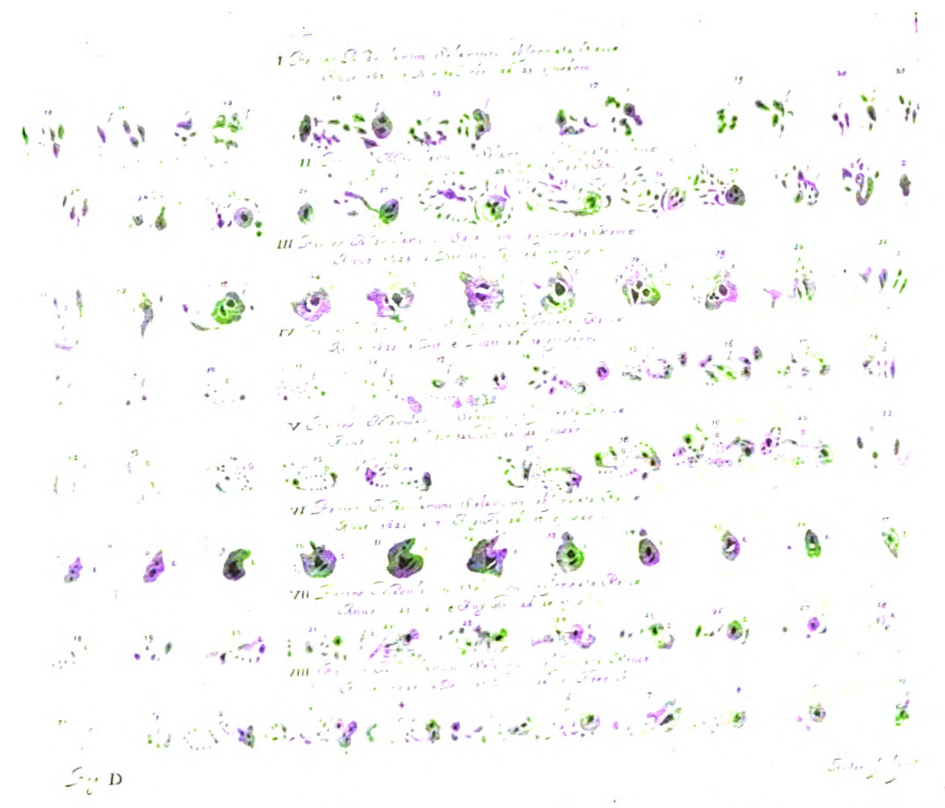


Abbildung 17. Sonnenflecken im Jahre 1625. Aus: Hevelius, „Cometographia“ 1668.

Aus: Hevelius, „Selenographia“ 1647.

Abbildung 18. Anblick des Vollmonds nach einer Zeichnung von Hevelius.

geben, um die ich viel mehr hätte werben müssen, und haben mir freiwillig geschenkt, was ich zu verlangen nicht den Mut gehabt haben würde. . . Großen Dank schulde ich Ihnen für die so herrliche Darstellung der Sonne mit ihren Flecken, und freue mich, daß Sie ein so treffliches Fernrohr besi zen und eine Methode anwenden, die weit bequemer als die Scheiner'sche ist: daß Sie sich nicht bloß so vortrefflicher Augen erfreuen, welche man recht eigentlich Luchsaugen nennen könnte, sondern auch einer so kunstgeübten Hand, daß die Darstellung garnicht besser gemacht werden kann. Deshalb willige ich nicht bloß ein, sondern fordere Sie sogar auf, soviel ich vermag, daß Sie die Beschreibung des Mondes, die ich mir vorgenommen, zu Tage fördern. Denn, während ich, ohne Geschicklichkeit zum Zeichnen, mich fremder Hände habe bedienen müssen, können Sie bei Ihrer seltenen Begabung sich der eigenen bedienen, um die Gegenstände zu zeichnen, und was die Hauptsache ist, in Kupfer zu stechen. . . .

Petrus Gassendi:

Paris, den 24. Oktober 1647.

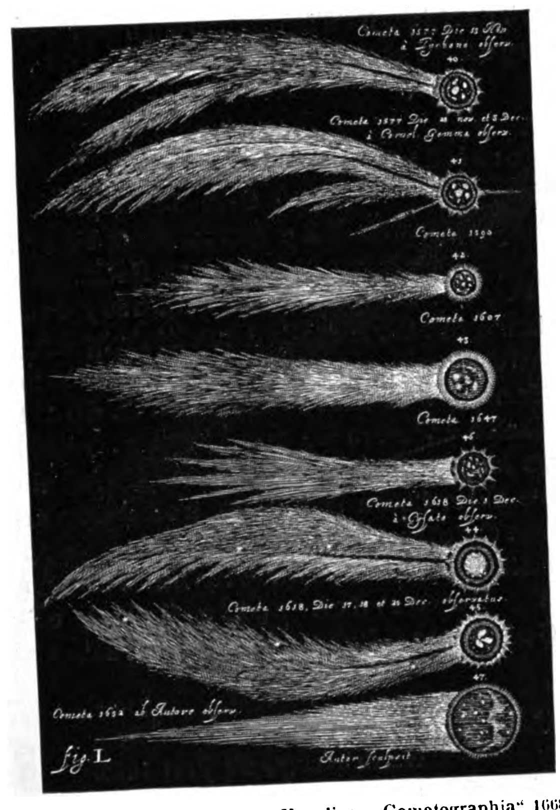
Jetzt erst habe ich Ihre Sendung erhalten, und sogleich die Exemplare an Mersenne, Roberval und Boulliau übergeben; für das mir bestimmte sage ich Ihnen meinen verbindlichsten Dank. Sobald ich es vom Buchbinder zurück hatte, kamen Freunde, die es sich ausbaten, um es zu studieren, sodaß ich selbst es noch kaum habe ordentlich ansehen können. Auch aus der oberflächlichen Betrachtung meine ich erkannt zu haben, daß es ein Werk ist, würdig bis auf die späte Nachwelt zu kommen, und geeignet, Ihrem Namen Dauer zu verleihen, solange es eine Wissenschaft geben wird. Was Sie darin über mich sagen, nehme ich mit schuldigem Danke auf, und halte es wert als einen Beweis Ihrer besonderen Freundschaft für mich.

Die Akademie zu Oxford:

18. November 1650.

Endlich haben wir hocherfreut Ihre Mondbeschreibung empfangen, eine Gabe Ihres gelehrten Geistes und des Himmels zugleich: sie hat, wie gebührend, eine Hauptstelle in der berühmten Bodlejani'schen Bibliothek erhalten, als ein des großen Vaters würdiger Nachwuchs, worin wir mit Freuden den raschen und hohen Geist erkennen, den wir einst leiblich unter uns sahen. Wir wünschen Ihnen Glück, hochverehrter Mann, daß Sie, bei der Leitung Ihrer Stadt betraut, in unserer geschäftereichen und für Wissenschaften nicht sonderlich günstigen Zeit Muße gefunden haben, mit dem Himmel einen Verkehr zu unterhalten, wobei Sie den Weg weisen, wie das blöde Auge sich zu den Sternen erheben und verkünden mag, was außerhalb der Grenzen der Natur geschieht. . . Wir gewöhnlichen Gelehrten begnügen uns meistens mit herkömmlichen Wahrheiten und kleben an dem von unseren Vorfahren längst Aufgefundenen; Sie aber, nicht zufrieden mit gewöhnlichem Ruhme, haben die Grenzen der Wissenschaften er-

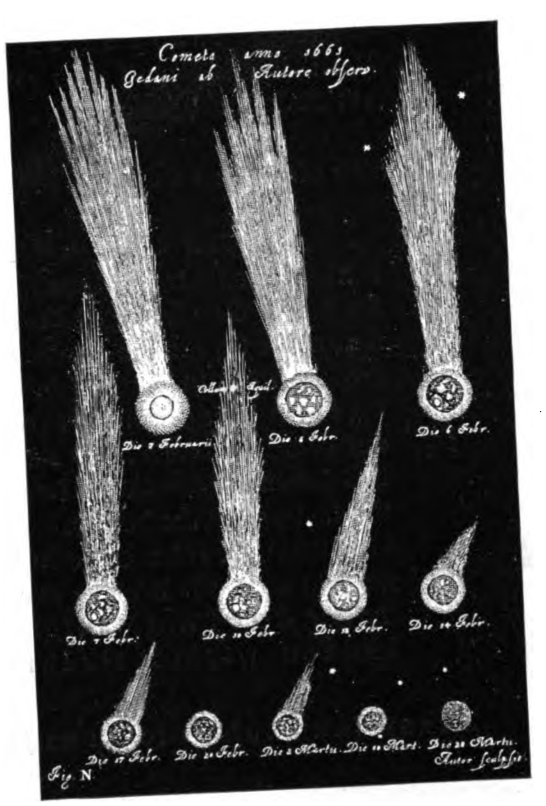
Abbildung 19.



Aus: Hovelius, „Cometographia“ 1668

Verschiedene Kometen aus den Jahren 1577, 1590, 1607, 1618, 1647 und 1652, letzterer von Hevelius selbst beobachtet

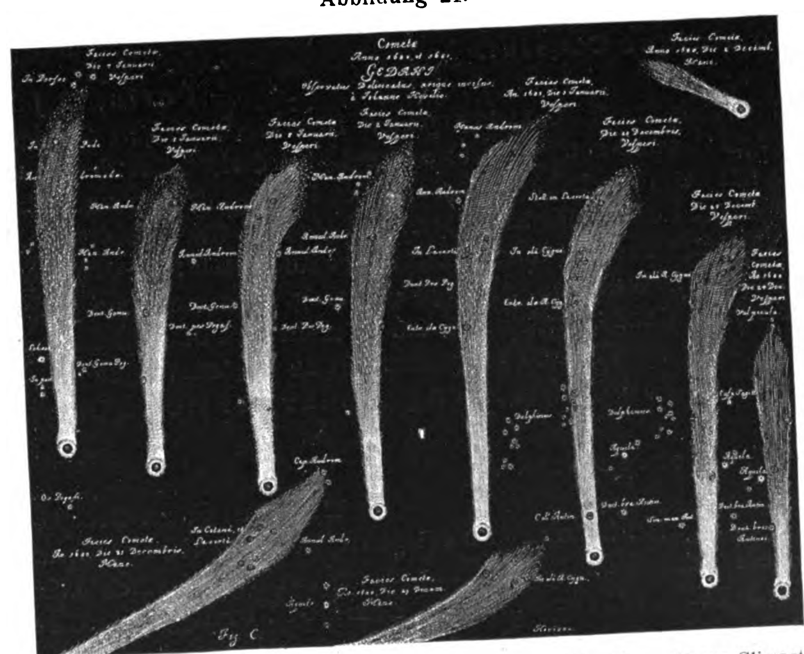
Abbildung 20.



Aus: Hevelius „Cometographia“ 1668.

Der Komet 1661 in seiner Abnahme vom 3. Februar bis zum 28. März von Hevelius beobachtet.

Abbildung 21.



Aus: Hevelius, „Annus Climactericus“ 1685.

Der große Komet vom 2. Dezember 1680 bis zum 7. Januar 1681, von Hevelius in Danzig beobachtet.

weitert, haben durch verehrungswürdige und wunderbare Kunst den Mond uns vor Augen gestellt, und ihn gleichsam zur Erde hinabgezogen. . . .

Prokanzler und Senat der Universität Cambridge:

16. Dezember 1649.

. . . . Ihre Selenographie ist ein ungewöhnlicher Beweis Ihrer Freundlichkeit, wie Ihrer Gelehrsamkeit. . . . . Wir hegten nicht geringe Hoffnungen; Sie haben dieselben weit übertroffen. . . . Sie schenken uns hier eine neue Welt, die die gescheuten Leute in alter Zeit nur durch Zaubergesänge angeblich herabbrachten; in einer Weise, als wären Ihnen die himmlischen Körper ebenso bekannt, wie uns sonst der Erdball, auf dem wir stehen . . . Die Mondscheibe erläutern Sie uns besonders trefflich und heben an der Göttin Luna, was kein Endymion je zu können hoffte, alle Flecken und Mäler hervor. . . . . Sie allein haben uns dies neue himmlische Amerika entdeckt und beschrieben. . . . Wir stellen Ihre Seleonographie unter die Schätze der Bibliothek und weihen sie an unserm Teile der Unsterblichkeit. So werden späte Enkel erkennen, wieviel sie Ihrer Gelehrsamkeit schuldig sind. . . .

Stanislaus Lubieniecki an Joh. von Rautenstein:

Hamburg, 20. Juni 1665.

. . . Mich wundert, daß Heinsius mich mit dem großen Hevelius vergleicht. . . . Übrigens stehe ich vor Hevelius als vor dem Homer unserer heutigen Astronomen auf, und sehe, daß auch sonst ausgezeichnete Astronomen ihm die Palme reichen.

Jean Dominique Cassini:

Paris, 23. Juli 1669.

(Dank für die Cometographia.) Dies Werk steigert die bisher von mir gehegte Bewunderung für Sie; es zeigt sich darin außer der unvergleichlichen Sorgfalt auch die hohe Auffassung der Kometentheorie und der Erforschung der inneren Beschaffenheit dieser rätselhaften Himmelskörper. Ich wünsche Ihnen Glück zur Vollendung dieses großen und für die Ewigkeit bestimmten Werkes. . . . . Je großartiger unsere neue Sternwarte durch des Königs Gnade werden soll, um so mehr Zeit braucht sie zur Vollendung; solange wir noch keinen geeigneten Ort zu Beobachtungen haben, können uns Ihre Beobachtungen gar sehr zur Hülfe kommen. . . .

Stanisl. Lubieniecki:

Hamburg, 22. Dezember 1673.

. . . . . Ich habe mich nicht geirrt, großer Hevelis, als ich Dich in meinem „Theatrum Cometicum“ einen zweiten Hipparch nannte, der zu unserer Zeit gleichsam vom Himmel herabgesendet sei. Diese ganz vortreffliche Beschreibung der himmlischen Maschinen und Gestirne . . . . beweisen, daß Du ein Mann vom Himmel und ein wahrer Bewohner des Himmels bist. . . . .



Jean Picard:

Paris, 2. November 1674.

.... Ich kann es garnicht sagen, mit welcher innigen Herzensfreude und Bewunderung ich dies außerordentliche Denkmal Ihrer Gelehrsamkeit, Ihres Fleißes, Ihres Scharfsinnes, Ihrer Genauigkeit und Feinheit und Ihres erhabenen Sinnes für astronomische Untersuchungen betrachtet habe. Durch Vereinigung aller jener Vorzüge sind Sie sich allein genug in der Tätigkeit, die sonst ohne gemeinsames Wirken gelehrter Männer und Freigibigkeit hoher Gönner kaum ordentlich geübt werden kann. . . . .

John Flamsteed:

Greenwich, 20. Juli 1677.

Aus Ihrer Antwort auf meinen Brief sehe ich mit außerordentlichem Vergnügen, daß derselbe nicht nur Ihr Mißvergnügen beseitigt, sondern mir auch Ihre Freundschaft erworben hat, die mir erwünschter und lieber ist als irgend Etwas in der Welt. Immer habe ich nach der Freundschaft gelehrter Männer gestrebt, aber nach der Ihrigen besonders; denn aus Ihren Werken habe ich Sie längst als einen Mann kennen gelernt, der nicht obenhin, nicht bloß aus eitlem Haschen nach Ruhm, sondern um der Nachwelt zu nützen und weniger begabten Forschern beizuspringen, diese Wissenschaft mit ungewöhnlichen Kosten und nicht geringeren körperlichen und geistigen Anstrengungen betrieben hat. . . . . Gott schütze Ihr Leben und Ihre Gesundheit, der Sie die Zierde und Stütze der Astronomie sind.

Edmund Halley:

Oxford, 11. November 1678.

Aus Ihrem durch Freund Flamsteed erhaltenen Briefe ersehe ich Ihren Wunsch, mein Verzeichnis antarktischer Sterne zu haben. Ich sende es Ihnen sofort hiermit, und bin erfreut, mir bei der Gelegenheit die Freundschaft eines so ausgezeichneten Mannes erwerben zu können. . . . Wollen Sie den Katalog benutzen und ihn in Ihren Arbeiten mit herausgeben, so werden Sie mich sehr verbinden und meine Liebe zu Ihnen und zur Astronomie noch mehr entzünden; denn auf diese Art wird mein Name unter Ihren unsterblichen Werken dem Geschicke der Vergessenheit entrissen und bei später Nachwelt bekannt werden. So Gott will, gedenke ich nächstens nach Danzig zu reisen, um den bei allen Gelehrten berühmten Mann, den ich nicht ohne Eifer der Nachahmung verehre, persönlich kennen zu lernen, Ihre Instrumente und Ihre Beobachtungsweise in Augenschein zu nehmen und mich mit Ihnen über den weiteren Fortschritt der Astronomie zu besprechen.

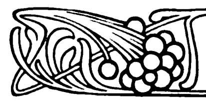
Edmund Halley:

Danzig, 8. Juli 1679.

. . . . . . Daß ich mit solchem Wohlwollen und solcher Freundlichkeit bei Ihnen aufgenommen bin, daß Sie mir mit solcher Zuvorkommenheit und Rückhaltlosigkeit Ihre sämtlichen astronomischen Instrumente gezeigt haben,



und daß es mir so oft gestattet wurde, bei Ihren Beobachtungen zugegen zu sein, rechne ich mir zum besonderen Glücke an, und kann mir zu meiner Reise in hohem Grade Glück wünschen. . . . Freiwillig lege ich Zeugnis ab für die unglaubliche Zuverlässigkeit Ihrer Instrumente gegen alle die, welche künftig die Richtigkeit Ihrer Beobachtungen bezweifeln möchten. Ich weiß nicht, ob meine Freude oder meine Bewunderung größer ist. . . . . Ich bitte Gott inbrünstig, daß er Sie noch lange im Besitze leiblicher und geistiger Kräfte erhalte, damit Sie noch lange der gelehrten Welt nützen, und spät erst in den Himmel zurückkehren mögen.



Verzeichnis der Werke von Johannes Hevelius.



Hevel, Johann [Hevelius, Hewelcke:] *Selenographia:* sive Lunae Descriptio; atque Accurata . . . delineatio. In quà simul caeterorum omnium Planetarum nativa facies, variaeque observationes, praesertim autem Macularum Solarium, atique Jovialium, Tubospicillo acquisitae figuris... incisis, sub aspectum ponuntur: . . . Addita est, lentes expoliendi nova ratio; . . . 112 Tafeln, 14 ff. + 563 S. fol. Gedani, 1647.

— *Excellentissimo* . . . Dn. Laurentio Eichstadio. . . . Johannes Hevelius. S. [Eclipsis Solis observata Gedani Anno à nato Christo 1649. die 4. Novembris, st. Greg]. 1 Tafel, 2 ff. fol. [Gedani, 1650].

— *Illustribus Viris*, Petro Gassendo & Ismaeli Bullialdo, Philosophis ac Mathematicis nostri seculi summis ... Johannes Hevelius S. [Dabam Gedani è museo meo, Anno Salutis 1652, die 10. Julij, st. n]. Tafel 4 ff. fol. [Gedani, 1652].

— *Epistolae II.* Prior: De Motu Lunae Libratorio, in certas Tabulas redacto. . . . Posterior: De utriusquè Luminaris defectu Anni 1654. 1 Tafel, 72 S. fol. Gedani 1654.

— *Dissertatio*, De Nativa Saturni Facie, ejusq. variis phasibus, certa periodo redeuntibvs. Cui Addita est, tam Eclipseos Solaris anni 1656 Observatio, quàm Diametri Solis apparentis accurata dimensio. 4 ff. 6 Tafeln + 40 S. und 11 S. unpaginiert. fol. Gedani, 1656.

— *Mercurius In Sole* visus Gedani, Anno Christiano MDCLXI, . . . Cui annexa est, Venus In Sole pariter visa, Anno 1639, . . . Liverpoliae, a Jeremia Horroxio: . . . Quibus accedit . . historiola, Novae illius, ac mirae Stellae in collo Ceti, . . . Nec non genuina delineatio Paraselenarum, & Pareliorum . . . 10 Tafeln, 3 ff. + 181 S. fol. Gedani, 1662.

— *Prodromus Cometicus*, Quo Historia, Cometae Anno 1664 exorti Cursum, Faciesq; . . . exhibitur. 4 Tafeln, 64 S. fol. Gedani, 1665.

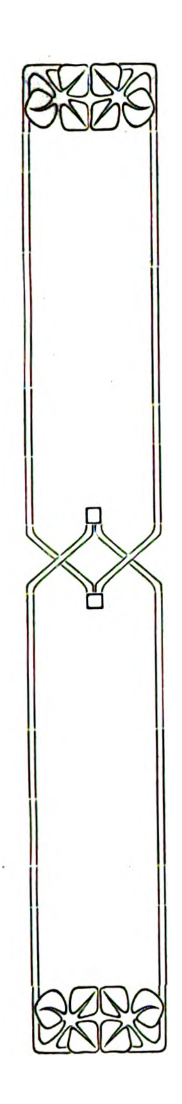
— *Descriptio Cometae Anno M.DC.LXV. exorti.* . . . Cui addita est Mantissa Prodromi Cometici, Observationes omnes prioris Cometae MDCLXIV . . exhibens. 4 Tafeln, 188 S. fol. Gedani, 1666.

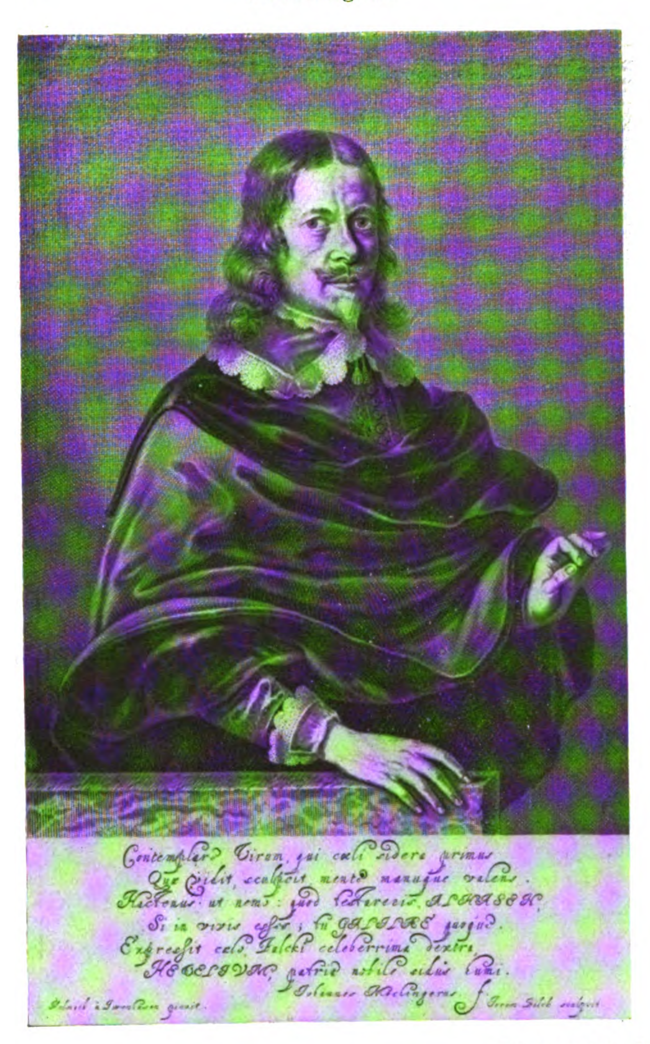
— *Cometographia*, Totam Naturam Cometarum; Utpote Sedem . . . Parallaxes . . . exhibens. . . . Accessit, Omnium Cometarum, . . . Historia, . . . 38 Tafeln, 18 ff. + 913 S. + 22 ff. fol. Gedani, 1668.

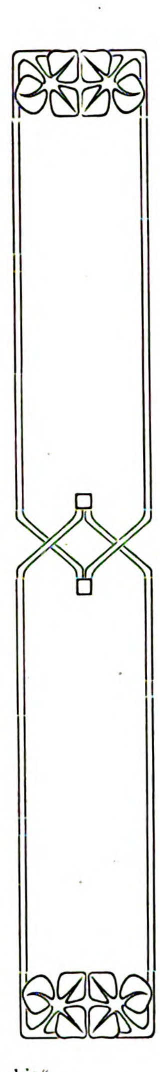
— *Machinae coelestis. Pars Prior, Organographiam*, sive Instrumentorum Astronomicorum omnium. quibus Auctor hactenus Sidera rimatus, ac dimensus est, Accuratam Delineationem, et Descriptionem, Plurinus Iconibus, aeri incisis, illustratam & exornatam, exhibens: Cum Aliis quebusdam, tam jucundis. quam scitu dignis, ad Mechanicam, Opticamque Artem pertinentibus; Inprimis, De Maximorum Tuborum Constructione, & commodissimà Directione; Nec Non Novà ac Facillimà Leutes quasvis, exsectiorubus Conicis, expoliendi Ratione. 30 Tafeln, 10 u. 464 S. fol. Gedani, 1673.

— *Machinae coelestis Pars Posterior, Rerum Uranicarum Osbservationes*, Tam Eclipsium Luminarium, quàm Occultatiorum Planetarum, & Fixarum, Nec non Altitudium Meridianarum Solarium, Solstitiorum, & Aequinoctiorum; Unà cum Reliquorum Planetarum, Fixarumq; omnium hactenus cognitarum, Globisq; adscriptarum, aequè ac plurimarum hucusq; ignotarum Observatis; Pariter quoad Distantias, Altudines Meridianos, & Declinationes; Additis Junumeris aliis natatu

Abbildung 22.







Johannes Hevelius.

Beilage zur „Selenographia".

Illustrissimo ac Excellentissimo Domino Dn̄o Ludovico Henrico Delomenie, Comiti de Brienne, Christianissimo Regi ab omnibus consiliis, à Secretis et mandatis, eiusdemque Regni Galliae et Navarrae Actuario designato etc. Opusculum hocce Selenographicum testandae summae observantiae, cum omnimodae felicitatis voto submisse offert

Autor.

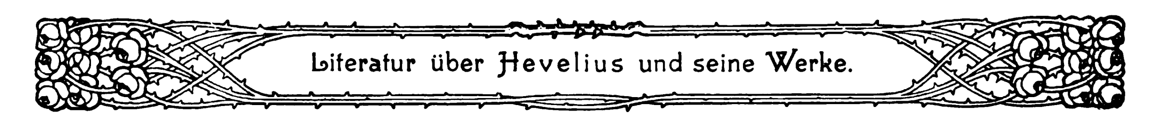
Dantisci, Ao aera Christianae 1655
die 10 April. st. n.

dignissimis, atquè ad Astronomiam excolendam maximè spectantibus rebus, Plurimorum amorum, summis vigiliis, in de fessoque labore, ex ipso aethere haustas, permultisquè Jconibus, Auctoris manu, aeri incisis, illustratas, & exornatas, Tribus libris, exhibens. 2 Bde., 42 Tafeln, 66 und 840 S u. 72 u. 447 S. fol. 1 Portrait, 1 Titelblatt. Gedani, 1679.

— *Annus climactericus*, sive rerum uranicarum observationum annus quadragesimus nonus; exhibens Diversas Occultationes, tam Planetarum, quàm Fixarum post editam Machinam Coelestem: nec non Plurimas Altitudines Meridianas Solis, ac Distantias Planetarum, Fixarumque, . . . & continuatione Historiae novae Stellae in Collo Ceti, . . . 7 Tafeln, 66 ff. + 196 S. fol. Gedani, 1685.

— *Firmamentum Sobiescianum*, sive Uranographia, totum coelum stellatum, utpote tam qvodlibet sidus qvam omnes et singulas stellas secundum genuinas earum magnitudines, nudo oculo, et olim jam cognitas, et nuper primum detectas, accuratissimisqve organis rite observatas, exhibens, Et quidem quodvis Sidus in peculiari Tabellâ, in plano descriptum, . . . 57 Tafeln, 21 S. fol. Gedani, 1690

— *Prodromus astronomiae, Exhibens* Fundamenta, quae tam ad novum planè & correctiorem Stellarum Fixarum Catalogum construendum, quàm ad omnium Planetarum Tabulas corrigendas omnimodè spectant; . . . Quibus additus est uterq Catalogus stellarum fixarum, . . . Portrait, 2 Tafeln, 1 f. + 350 S. + 1 f. Gedani, 1690.



Béziat, L. C., La vie et les travaux de J. Hévelius. Rome (Bulletino di Bibliografia Matemat.) 1876. 116 S.

Hooke, R., Animadversions on the first part of the Machina Coelestis. London 1674. (Ein gehässiger Angriff.)

Olhoff, J E, Excerpta ex literis illustrium et clarissim. virorum ad Hevelium perscriptis. Danzig 1683. 211 S.

Schmieden, J. E., Cenotaphium 1687. 18 S.

Barth, A., Leichensermon bei der Beerdigung. Danzig 1688.

Lengnich, K. B, Heveliusanekdoten und -Nachrichten. Danzig 1780. 142 S.

Blech, E. Ph., Rede bei der Gedächtnisfeier Hevelii. Danzig 1787.

Westphal, J. H, Leben und Studien und Schriften von Hevelius Königsberg 1820. 122 S.

Brandstäter, F. A, Hevelius. Danzig 1861. 64 S.

Seidemann, G. A., Hevelius. Zittau. 40 S.

Prince, C. L., The illustrated account given by Hevelius in his Machina Coelestis of the method of mounting his Telescopes and erecting an Observatory. (Crowborough) 1882. 80 S. with portrait and 8 Tafeln.

Bernoullis Reisen durch Brandenburg, Pommern . . . in den Jahren 1777 u. 1778. 1. Band. Leipzig 1779.

Monatliche Korrespondenz, herausg von Zach. Band 8, S. 30: Etwas von Hevelius u. Harriots Handschriften. S. 362; 403: Über Hevels gelehrten Nachlaß von Bernoulli u. S. 474.

Littrow, C. L. v., Über Hevels Wahrnehmungen der Mehrheit von Kometenkernen. Astronom. Nachr. Bd. 24, S. 191.

Astronom. Nachrichten, verschiedene kleinere Notizen über Hevel: Bd. 23, S. 111. — Bd 21, S. 34 bis 36. — Bd. 24, S. 297. — Bd 26, S. 289 — Bd 31, S. 356. — Bd. 38. S. 109. — Bd. 11. S. 59 bis 61. — Bd. 10, S. 202. — Bd. 12, S. 63. — Bd 15, S. 1, 166 bis 67.

Hevel, J., Beobachtung des Merkurdurchgangs im Jahre 1661. A. N. Bd. 10, S. 202.

— Über das Aussehen des Halleyschen Kometen im Jahre 1682. A. N. Bd. 12, S. 59.

— (Lettre concernant les manuscrits de Jean Kepler) Londres, Philos. Transact. 1674; 27.

— Letter containing a narrative of Dr. Wasmuth about a new astronomico-chronological work nor by him preparing. Londres, Philos Transact 1674; 74.

— Letter concerning . . . the present appearance of the planet Saturn. Londres, Philos. Transact. 1670; 2087.

— Facies Saturni A. 1671 d. 11. et 12. Sept. st. n. observata Gedani. Londres, Philos. Transact. 1671; 3032.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 11. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** **1911 (Erstes Märzheft).**
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Die Mondstationen.

Von Prof. F. K. Ginzel.

Unsere gegenwärtige Zeitrechnung beruht gänzlich auf der Länge des tropischen Sonnenjahres. Wir kennen diese Länge und ihre langsame Veränderung so genau, daß wir die Mittel in der Hand haben, unser rechnerisches Jahr, d. h. die ihm durch die gregorianische Kalenderreform gegebene Gestalt, beliebig genau verbessern zu können. Die Erkenntnis jener mittleren tropischen Jahreslänge wurde von der Menschheit erst nach einem sehr langen Entwicklungsprozesse erlangt. Vor der 1582 durch Papst Gregor XIII. ausgeführten Reform rechnete Europa seit 1600 Jahren nach dem von Julius Caesar (46 v. Chr.) eingeführten Sonnenjahre, welches durchschnittlich $365\frac{1}{4}$ Tage faßte, wodurch also jedes Jahr einen Fehler von 11 Min. 14 Sek. übrig ließ. Trotz dieses Fehlers des julianischen Jahres war Caesars Reform eine große Tat, da sie den Bruch mit der alten Jahrform bedeutete, welche bis dahin das Altertum beherrscht hatte. Diese Jahrform, das Lunisolarjahr (auch gebundenes Mondjahr genannt), hat zur Grundlage nicht nur die Bewegung der Sonne, sondern hauptsächlich jene des Mondes. Der Anfang der Monate ist in dieser Jahrform an die Lichtphasen des Mondes geknüpft, und zwar an das Neulicht, d. h. an den Abend, an welchem nach Neumond zum erstenmal wieder die feine Mondsichel tief am Westhimmel für das freie Auge sichtbar wird. Die Erneuerung der Lichtgestalten des Mondes findet nach je einem synodischen Monat von etwa $29\frac{1}{2}$ Tagen statt und das Mondjahr hat danach 354 oder 355 Tage. Die alten Völker waren aber genötigt, bei ihrer Zeitrechnung auch auf die Jahreszeiten, also auf die Sonnenbewegung, Rücksicht zu nehmen, nicht allein, weil die Zeitrechnung ihnen die Zeit der Aussaat und Ernte der Feldfrüchte, der Arbeiten auf dem Felde usw. ungefähr anzeigen sollte, sondern weil die Religion ihnen bestimmte Feste zudiktierte, welche wegen der Art der dabei darzubringenden Opfergaben immer nur an festen Zeitstellen der Jahreszeiten gefeiert werden

konnten. Aber die genauere Länge des synodischen Monats blieb den alten Völkern lange unbekannt; sie mußten sich mit Näherungen begnügen. Noch viel weniger gelang ihnen die Ermittelung eines ungefähr zutreffenden Wertes des Sonnenjahrs; erst um die Zeit des Eudoxos (4. Jahrh. v. Chr.) verbreitete sich in der alten Welt die Annahme, welche späterhin Caesar benützte, daß das Sonnenjahr $365^1/_4$ Tage habe. Man trachtete nun das um 11 Tage gegen das Sonnenjahr kürzere Mondjahr in der Weise mit der Rückkehr der Jahreszeiten in Übereinstimmung zu bringen, daß man innerhalb gewisser Zyklen eine Anzahl von Schaltjahren zu 384 Tagen einlegte. Die Ermittlung der geeignetsten dieser Zyklen, welche also den kommensurablen Verhältnissen der Sonnen- und Mondbewegung zugleich gerecht werden, hat den antiken Völkern ungemeine Mühe gemacht. Solche Zyklen sehen wir bei den Römern und Griechen im Gebrauch, bei den ersteren seit der Zeit König Numas, bei den anderen seit dem Gesetzgeber Solon; allein die Römer sind damit in ihrer Zeitrechnung nicht weit gekommen und die Griechen erhielten erst ziemlich spät durch Verbesserung der Zyklen ein ungefähr zutreffendes Lunisolarjahr. Die anderen Völker des Altertums machten meistenteils noch langsamere Fortschritte. Die Juden begnügten sich bis in Christi Zeit mit der Bestimmung des Jahresanfangs durch direkte Beobachtung des Neulichts und mit willkürlicher Einschaltung von Mondmonaten im Lunisolarjahre. Die Inder kamen erst in nachchristlicher Zeit und die Chinesen gar erst am Ausgang des Mittelalters zu einem erträglichen Lunisolarjahre. Eine Ausnahme machen die astronomisch sehr begabten Babylonier, welche wenigstens seit dem 4. Jahrh. v. Chr. ein zyklisch richtig geordnetes Lunisolarjahr besaßen.[1]) Der Zustand der Zeitrechnung vor der Auffindung der regelrechten Schaltung vermittelst Zyklen war bei den alten Völkern selbstverständlich sehr primitiv. Man half sich — wie die Zeitrechnung bei den Römern vor Numa, bei den Griechen vor Solon, bei den Babyloniern vor Kambyses zeigt — so gut man es verstand, mit der Schaltung nach Bedarf, d. h. man legte den Schaltmonat ein oder ließ ihn weg, je nachdem man ein Nachbleiben oder Vorauseilen des Mondjahres gegen die Jahreszeiten (Sonnenstände) bemerkte. Die, wie man sieht, allmähliche Entwicklung des Lunisolarjahrs setzt voraus, daß die Anfänge selbst in geschichtlich für uns weit zurückliegenden Epochen zu suchen sind. Schon sehr früh muß man die Eignung des Mondes zur Zeitmessung erkannt haben. Die vier ununterbrochen einander folgenden Mondphasen sind so eindruckvolle und für jedermann wahrnehmbare Himmelszeichen, daß sie sich für die Zeitmessung von selbst darboten. Man brauchte nur die Tage abzuzählen, die zwischen den Phasen, z. B. zwischen 2 Vollmonden oder 2 Neulichtabenden enthalten zu sein schienen, um zu einem ungefähren Begriff des synodischen Monats zu kommen. Dazu brauchte man weder Astronomie noch sonstige Gelehrsamkeit. Ebenso unmittelbar war eine andere Beobachtung zu machen, welche zur Kenntnis der ungefähren Länge des siderischen Monats führte. Der Mond bleibt, nachdem er nach Neulicht wieder als Sichel sichtbar geworden, auf seinem scheinbaren Himmelslaufe von einem Abend zum andern um mehr als eine Stunde gegen die Sterne zurück. Er kommt also jeden Abend in die Nähe anderer Sterne, bis sich nach $27^1/_3$ Tagen, einem siderischen Monat, derselbe Lauf, natürlich

[1]) Bei den Ägyptern führten die regelmäßig sich erneuernden Nilüberschwemmungen zum Gebrauch des Sonnenjahrs, aber erst seit dem 3. Jahrh. v. Chr. gaben sie dem Sonnenjahr eine Länge von $365^1/_4$ Tagen.

nur ungefähr wiederholt. So z. B. stand der Mond am 17. Februar 1910 nahe beim Sterne Aldebaran (Stier), blieb aber bald im Orion zurück, erreichte am 20. die Zwillinge, am 23. den Löwen usw. und kam erst wieder am 16. März, also nach 27 Tagen, in die Nachbarschaft von Aldebaran. Man konnte also durch fortgesetzte Beobachtung des Himmels rohe Werte sowohl für den synodischen wie für den siderischen Monat kennen lernen. Auf den Anfangsstufen der Zeitrechnung konnte man sogar von dieser Kenntnis des siderischen Monats Gebrauch machen.[1]) Da sich der Mond von der Ekliptik nicht weit entfernt, auch seine Entfernung vom Äquator in feste, allerdings weitere Grenzen (bis etwa 27° nördlich und südlich) eingeschlossen ist, so geht er während seiner siderischen Umläufe von Zeit zu Zeit immer wieder zwischen denselben Sternen hindurch, er kommt also oft in die Sterngruppen, die er vorher durchlief und scheint so einzelne Sterngegenden mit seinem Besuche auszuzeichnen. Diese einfache Beobachtung gab den Völkern schon in sehr früher Zeit den Anlaß zur Bildung von Mondstationen. Man suchte die Sterngegenden, in die der Mond während der 27 Tage seines siderischen Umlaufs nach und nach eintrat, in der Erinnerung festzuhalten, indem man die auffälligeren Sterne auf seinem Wege in Gruppen zusammenfaßte, mit Namen benannte und als Häuser, Aufenthaltsorte, Gemächer, Lagerstätten oder Ruhepunkte des Mondes ansah.

Im antiken Europa kommen diese Mondstationen in der Überlieferung nicht vor, vielmehr ist Asien ihre Heimstätte, welches ja auch die Wiege des Lunisolarjahres war. Besonders in der Literatur der Inder, Chinesen und Araber treten die Mondstationen auf; bei den Indern haben sie die Gesamtbezeichnung nakshatra, bei den Chinesen heißen sie sieu, bei den Arabern menâzil. Die Angaben, aus welchen Sternen sich die einzelnen Stationen zusammensetzen, sind in der Literatur dieser Völker zerstreut und bei ein und demselben Volke öfters schwankend; die Bestimmung der Sterne ist in älterer Zeit von Le Gentil, Colebrooke, Biot, Whitney, in neuerer von A. Weber, G. Schlegel, F. Hommel vorgenommen worden. Als Namen der Stationen werden bei den Indern, Chinesen und Arabern 27 und 28 angegeben; sie haben betreff ein und derselben Station bei den drei Völkern ganz verschiedene Bedeutung und können, besonders die indischen, nur zum Teil erklärt werden. Die indischen, chinesischen und arabischen Mondstationen sind nicht überall identisch, d. h. nicht überall auf die gleichen Hauptsterne sich beziehend, sondern sie zeigen verschiedene bemerkenswerte Abweichungen, auf die ich noch zu sprechen komme. Die Stationen können daher nur mehr astrognostisch, in Beziehung auf dieselbe Himmelsgegend mit einander verglichen werden. In der folgenden Vergleichung setze ich die ungefähr zu einander gehörenden Stationen auf dieselbe Zeile und gebe die beiläufige Bedeutung der Namen an; bei den indischen Stationen sind die Namen als älteste, die in der heiligen Veda-Literatur der Inder vorkommen, zu verstehen:

[1]) Die auf Nord-Sumatra von den Atchinesen jetzt noch gebrauchte Kenongrechnung gibt Zeugnis von der Anwendung des siderischen Mondmonats. Jedes Zusammentreffen der jungen Neumondsichel mit dem Hauptstern des Skorpions heißt ein Kenong. Die Atchinesen rechnen auf jedes Jahr 13 oder 14 Kenong; sie schalten 1 Kenong je nach Bedarf aus, um mit dem Sonnenjahre (besser gesagt, Naturjahre) in halbweger Übereinstimmung zu bleiben. Die Länge des Sonnenjahrs ist ihnen selbstverständlich unbekannt; aber die Beobachtung des Wiederkehrs der Aufgänge der Plejaden, des Orion und des Skorpion genügt ihnen, um den ungefähren Ablauf des Jahres zu erkennen.



Arabische.	Indische.	Chinesische.
1. as-saratâni.	27. âsvini (Rosselenker).	16. leu (Schnitterin).
2. al-butain (Bäuchlein).	28. bharanî (die Fortführenden).	17. wei (Korngefäß).
3. at-turaija (Plejaden).	1. krittikâ (die Verflochtenen) Plejaden.	18. mao (untergehende Sonne).
4. al-dabarân.	2. rohinî (die rote, aufsteigende).	19. pi (Jagdnetz).
5. al-hak'a.	3. mrigasiras (Haupt des Rehs, Antilope).	20. tsui (Mund des Kriegers).
6. al-han'a.	4. ârdrâ (die feuchte).	21. ts'en (der Erhabene).
7. ad-dirâ'u.	5. punarvasu (die wieder gut machende).	22. tsing (Brunnen).
8. an-natra.	6. pushya (das nährende oder Heilgestirn).	23. kuei (die Manen).
9. at-tarf (Auge) des Löwen.	7. âsleshâ (die Umschlingenden).	24. lieu (Weide, Bambus).
10. al-gabha (Stirn) des Löwen.	8. maghâ (die mächtige).	25. sing (Stern).
11. az-zubra (Mähne).	9. pûrva-phâlguni (die erste schimmernde).	26. tschang (Fangnetz).
12. as-sarfa (Wende).	10. uttara-phâlguni (die zweite schimmernde).	27. yi (Flügel).
13. al-awwâ (die kläffende Hündin).	11. hastâ (die Hand).	28. tschen (Wagen).
14. as-simâk (Himmelshöhe).	12. chitrâ (die wunderbare, glänzende).	1. kio (Horn) des Drachen.
15. al-ghafr (Decke).	13. svâti (das Schwert, Halsband?).	2. k'ang (Hals) des Drachen.
16. az-zubânay (die Scheren des Skorpions).	14. visâkhâ (die zweizinkige, gabelförmige).	3. ti (Grund, Brust) des Drachen.
17. al-iklil (Krone).	15. anurâdhâ (die Heilbringende, günstige).	4. fang (Haus).
18. al-kalb (Herz) des Skorpions.	16. jyeshthâ (die älteste?).	5. sin (Herz) des Drachen.
19. as-shaula (Schwanz) des Skorpions.	17. mûlam (die Wurzel, der Ursprung).	6. wei (Schwanz) des Drachen.
20. an-na'âjim (die Strauße).	18. pûrva-shâdhâs (die ersten unbesiegten).	7. ki (Mistgefäß).
21. al-baldah (Land, Gegend).	19. uttara-shâdhâs (d. zweiten unbesiegten).	8. teu (Scheffel).
22. sa'd ad-dâbih (Glücksstern des Schlächters).	20. abhijit (die siegreiche, erobernde).	9. niai (Ochs).
23. sa'd bula' (Glücksstern des Verschlingers).	21. sravana (?)	10. niü (Jungfrau).
24. sa'd as-su'ûd (Glücksstern der Glückssterne).	22. sravishthâ (die ruhmreichste).	11. hiü (Grabhügel).
25. sa'd al-ahbija (Glücksstern der Zelte).	23. satabhishaj (?).	12. weï (Giebel).
26. al-fargh al-awwal (erster Henkel des Schöpfeimers).	24. pûrva-bhâdra-padâs (erster Glücksschritt).	13. schi (Feueraltar).
27. al-fargh al-tânî (zweiter Henkel).	25. uttara-bhâdra-padâs (zweiter Glücksschritt).	14. pi (Mauer).
28. batn al-hût (Bauch des Fisches).	26. revati (die reiche).	15. kuei (Sandale).

Aus der Karte (Fig. 1) kann man die Lage der Mondstationen ersehen. Die arabischen Stationen sind auf derselben durch Ziffern mit eckigen Klammern (z. B. [3]), die chinesischen durch gewöhnliche Ziffern (z. B. 3), die indischen mit

römischen (z. B. III) bezeichnet. Man erkennt leicht, daß die in der ersten Zeile der obigen Zusammenstellung aufgeführten drei mit einander identisch sind, da alle drei Mondhäuser [1], XXVII, 16, von denselben Sternen α, β, γ Arietis (Widder) gebildet werden. Die Karte läßt gleichzeitig, da sie für die Zeit um 4000 v. Chr. entworfen ist, die große Veränderung in der Lage der Sternbilder durch die Präzession gegen die Jetztzeit übersehen. Betreff der Zählung resp. Numerierung

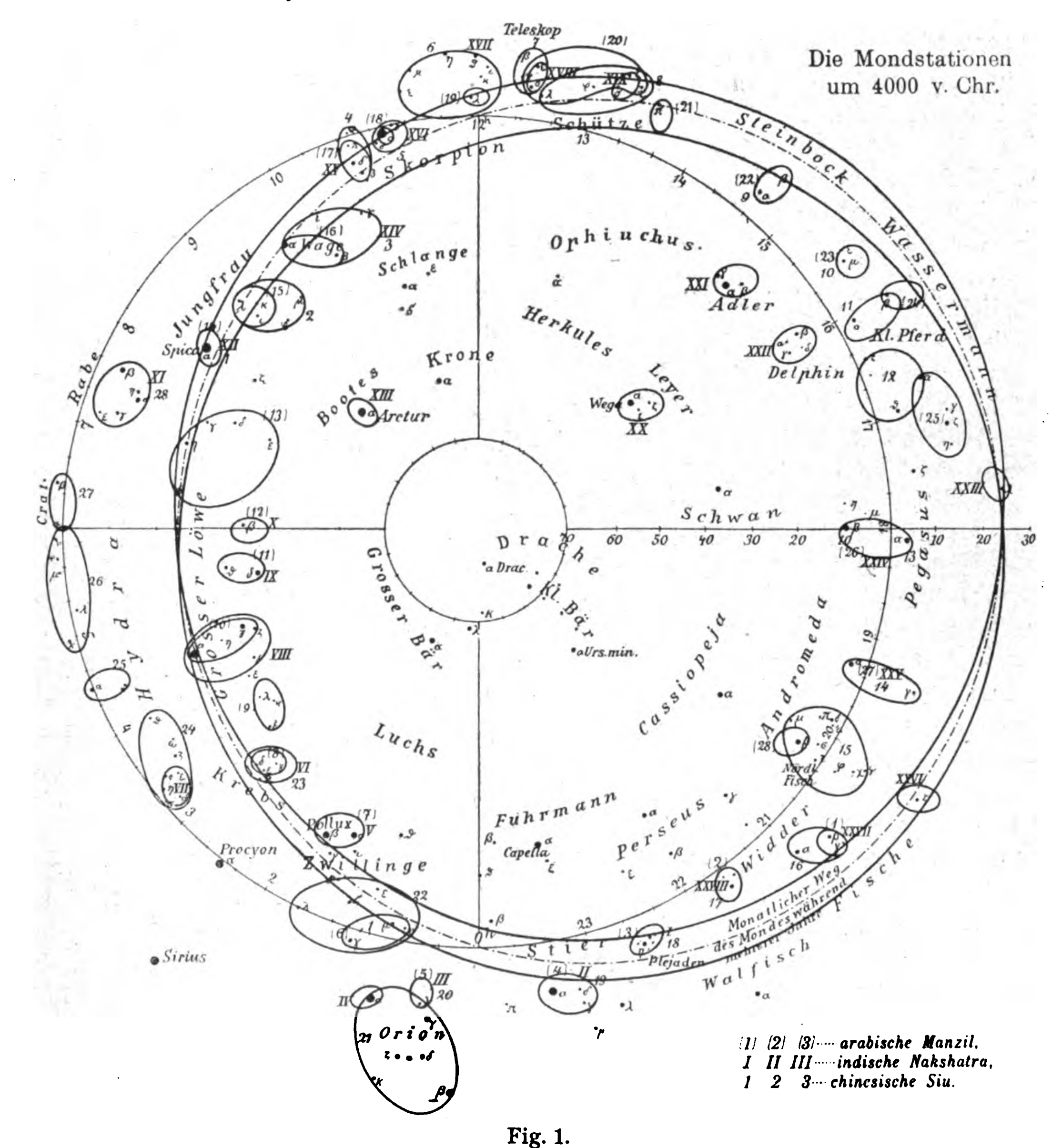


Fig. 1.
Die arabischen, indischen und chinesischen Mondstationen.

der Mondhäuser bemerkt man aus dem obigen Verzeichnis sofort einen verschiedenen Anfangspunkt: die chinesischen sieu gehen vom 1. kio, d. i. dem hellen Hauptstern der Jungfrau (Spica = α Virginis), aus, während das erste der arabischen menâzil, nämlich saratân, in den Widder fällt; das erste indische nakshatra ist dagegen die Plejadengruppe krittikâ. Der letzterwähnte Anfang der indischen Reihe, mit krittikâ, ist der uralte und ursprüngliche in der vedischen

Literatur, die Texte der späteren Zeit beginnen dagegen die Reihe mit XXVI revatî (ζ Piscium) resp. mit XXVII âsvinî (β, γ Arietis). Ferner kennt die altvedische Zeit nur 27 nakshatra, ein 28. Mondhaus, nämlich XX. abhijit (die Sterne der Leyer), wurde später eingeschoben und erscheint erst allmählich in den Texten. Berücksichtigt man diese Einschiebung und jenen jüngeren Anfang, so kann man âsvinî die Bezeichnung I geben, und die indische Reihe läuft dann mit der arabischen der Numerierung nach vollkommen parallel. Die Kenntnis der Mondstationen findet sich aber nicht bloß in Arabien, Indien und China vor. In Vorderasien, südlich von Mesopotamien, und anderwärts sind Spuren eines alten Mondkultus vorhanden. Die Harraniter (bei denen sich die alte Mondreligion am längsten erhielt), feierten noch bis zum 12. Jahrhundert an jedem 27. Tage des Mondmonats einen Gedächtnistag des siderischen Mondumlaufs, indem sie zum Tempel gingen und dem Sin (das ist der Mondgott) ein Brandopfer brachten; auch hatten sie ein 27tägiges Fasten mit Mysterien und Opfern am Schlusse desselben. Es wäre danach möglich, daß die Harraniter sich für jeden Tag des siderischen Mondlaufs eine Station, also 27 oder 28 im ganzen, gebildet hatten. Auch die Juden des Altertums scheinen in gewisser Zeit Kenntnis von den Mondstationen gehabt zu haben, wie sie überhaupt in ihrer Zeitrechnung von der Annahme manches fremden und „heidnischen“ nicht frei geblieben sind. Im II. Buch der Könige (23, 5) wenigstens wird Josias gepriesen, daß er „die Räucherer des Baal, der Sonne und des Mondes, der mazzalôt und alles Heeres des Himmels“ verjagt habe. Die mazzalôt können nur eine besondere Art von Sternen vorstellen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß es sich hier um dieselbe Bezeichnung handelt, die wir später im Koran der Araber, derselben Wurzel entspringend, als manzil (Plural menâzil) = Mondstationen, wiederfinden.[1]) Ferner kannten die Parsen (der altpersischen Zeit) die Mondstationen: in dem etwa im 8. Jahrh. n. Chr. geschriebenen Bundehesh werden die 12 Zodiakalzeichen aufgezählt und „die von Anfang in 28 Haufen (Khûrdak) zu zählenden Sterne“. Die Namen, welche für letztere angegeben werden, sind entstellt überliefert und ihrer Bedeutung nach zum Teil unbekannt, einige deuten auf Tiere, Geräte und anderes; ziemlich sicher scheint die Deutung des Namens der 3. Station parvîz auf parvîn (Plejaden), den gleichwertigen indischen krittikâ. Danach würden also die Mondhäuser der Parsen mit derselben Station wie die der Inder, (s. oben), âsvinî angefangen haben.

Woher stammen nun die Mondstationen? Hat eines der drei Völker, bei denen sie direkt nachweisbar sind, den Arabern, Chinesen und Indern, hierin die Priorität, oder ist eine ältere gemeinsame Quelle als Ursprung anzunehmen? Die bezüglichen Fragen sind bis in die neueste Zeit besprochen worden. J. B. Biot sah als Ursprungsland China an. Schon unter Yao (2357 v. Chr.) sollen die Chinesen 24 Sterne ausgewählt haben, um die Meridiandurchgänge der Äquinoktial- und Solstizialpunkte zu fixieren; die Zahl dieser Sterne soll um 1100 v. Chr. auf 28 erhöht worden sein, wobei man besonders auf Sterne in der Nähe des Äquators Rücksicht nahm. Die Inder hätten dieses System akzeptiert, aber mit ungleichen Entfernungen der Mondstationen untereinander ausgestattet.

[1]) In der arabischen Zeit scheinen den Juden die schon längst von ihnen vergessenen Mondstationen wieder durch arabische Werke bekannt geworden zu sein, da Saadia Gaon (9. Jahrh. n. Chr.) angibt: „Der Mond geht einen längeren oder kürzeren Weg nach einer der 28 Stationen, die wir kennen und mit Namen benennen.“



Whitney fand schon ziemliche Bedenken in der unmittelbaren Identifizierung der chinesischen und indischen Mondstationen und machte darauf aufmerksam, daß 11 von den indischen nakshatra eine selbständige Entwicklung haben müßten; als Ursprungsland nahm er, auf Biot's Darstellungen fußend, ebenfalls China an; von dort hätten sich die Stationen über Persien nach Arabien verbreitet und von da erst nach Indien. L. A. Sédillot dagegen suchte den Ausgangspunkt in Arabien. Zwar haben China und Indien schon in sehr alter Zeit einen Mondzodiakus gehabt, aber erst mit der Entwicklung der arabischen Astronomie sei dieser ausgestaltet worden; in Indien komme dabei griechisches oder babylonisches Wissen mit in Betracht. Diese Ansichten fallen in eine Zeit, in welcher man vor dem angeblich hohen Stande der Astronomie des chinesischen Altertums noch besonderen Respekt hatte und in welcher anderseits die Kenntnis der Vedaliteratur der Inder noch auf einen kleinen Kreis von Sanskritgelehrten beschränkt war. Der Berliner Sanskritist A. Weber zeigte 1860/61 aus einer genauen Darlegung des Vorkommens der nakshatra in den Vedaschriften zum ersten Mal das hohe Alter der indischen Mondstationen und die völlige Haltlosigkeit der Biot'schen Hypothese. Er wies aus der Literatur der Chinesen nach, daß sich in China die Mondstationen nicht bis Yao, sondern nur bis etwa 250 v. Chr. zurück verfolgen lassen. In den ganz verschiedenen Zählungsweisen der chinesischen und der indischen Reihe erkannte er einen bedeutsamen Hinweis auf die völlig verschiedene Entstehungszeit beider: die chinesischen sieu fangen mit 1. kio (Spica) an, und dieses Zeichen entspricht etwa der Stelle des Herbstäquinoktiums (September) zur Zeit der Han-Dynastie; die nakshatra der Vedazeit gehen dagegen von I. krittikâ, den Plejaden aus, einem in der Nähe des alten Frühjahräquinoktiums gelegenen Punkte (s. Karte). Da der chinesische Jahresanfang im Lauf der Zeit mehrfach verändert und zuletzt, unter den Han, auf das Zeichen des Wassermanns gebracht wurde, so ist das ein Hinweis, daß die chinesische Reihe, oder wenigstens das Arrangement derselben, wie wir es aus der Literatur kennen, kurz vor der Han-Zeit gebildet worden sein muß, womit die oben bemerkte Entstehungszeit, das 3. Jahrh. v. Chr., übereinstimmt. Schließlich neigte A. Weber zu der Annahme, daß die Mondstationen wohl einen gemeinsamen Ursprung haben könnten, der in einer alten, vorderasiatischen Quelle liege. Zu dieser Vermutung wurde er geführt durch die chinesische Angabe, daß der längste Tag 60 Khe oder 14 Std. 24 Min. sei, durch die weitere der indischen Astronomen, daß der längste Tag 18 muhurta d. i. ebenfalls 14 Std. 24 Min. betrage, und durch Ptolemaios, welcher für Babylon den längsten Tag gleichfalls mit 14 Std. 25 Min. angibt. Trotz der beträchtlich verschiedenen Breiten Chinas und Indiens wird also eine Länge für den längsten Tag angegeben, die nur für die Breite von Babylonien oder für das Hochland Kaschmir stimmt. Diese Tatsache weise auf babylonischen Ursprung gewisser Elemente in der chinesischen und indischen Astronomie. Die Angabe des Ptolemaios hat seither durch F. X. Kugler eine unerwartete Bestätigung erhalten, indem dieser aus keilinschriftlichen Angaben babylonischer Tafeln des 3. Jahrh. v. Chr. berechnete, daß man in der Tat für Babylon den längsten Tag zu 14 Std. 24 Min. angenommen hat. Da anderseits die altvedische Literatur — welche schon die nakshatra namhaft macht — eine auffällige Unkenntnis des gestirnten Himmels verrät, so ist für die neuere Forschung die Möglichkeit näher gerückt worden, ob nicht die indischen, chinesischen und arabischen Mondstationen ihrem Ursprunge nach auf Babylonien

zurück zu führen sind. Ein direkter Nachweis dafür aus der Sternkenntnis der Babylonier, für welche uns derzeit eine Fülle von Material zu Gebote steht, ist indes bisher nicht gelungen. Epping hat zwar den Gebrauch von 36 Konstellationen bei den Babyloniern nachgewiesen, und Hommel bemühte sich daraus die 28 Mondstationen abzuleiten, jedoch ist diese Ableitung eine nur künstliche. Mehr Gewicht hat Hommels Nachweis, daß die babylonischen Namen von etwa 14 Sterngruppen auffällige Verwandschaft mit den späteren arabischen Namen der menâzil haben, und daß die babylonische Gesamtbezeichnung mazzaltu stark an die arabische menâzil erinnert. Die Frage des gemeinsamen Ursprungs der Mondstationen in Vorderasien harrt noch der Beibringung ausreichenden archäologischen Materials. Aber sie hat entschieden Wahrscheinlichkeit für sich. In der Ausbildung der Systeme sind Arabien, China und Indien ihre eigenen Wege gegangen. Bei den Arabern schließen sich die Stationen enger an die Ekliptik an als bei den andern. Sie sind wahrscheinlich das jüngste unter den drei Systemen; die chinesischen sieu sind erheblich älter, vermutlich älter als das 3. Jahrh. v. Chr. (A. Weber), da wir offenbar nur ihre spätere Organisierung, nicht ihre ursprüngliche kennen; das älteste System aber repräsentieren unbestritten die indischen nakshatra.

(Schluß folgt.)



Der gestirnte Himmel im Monat April 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Stellung der Sonne unter den Sternen.

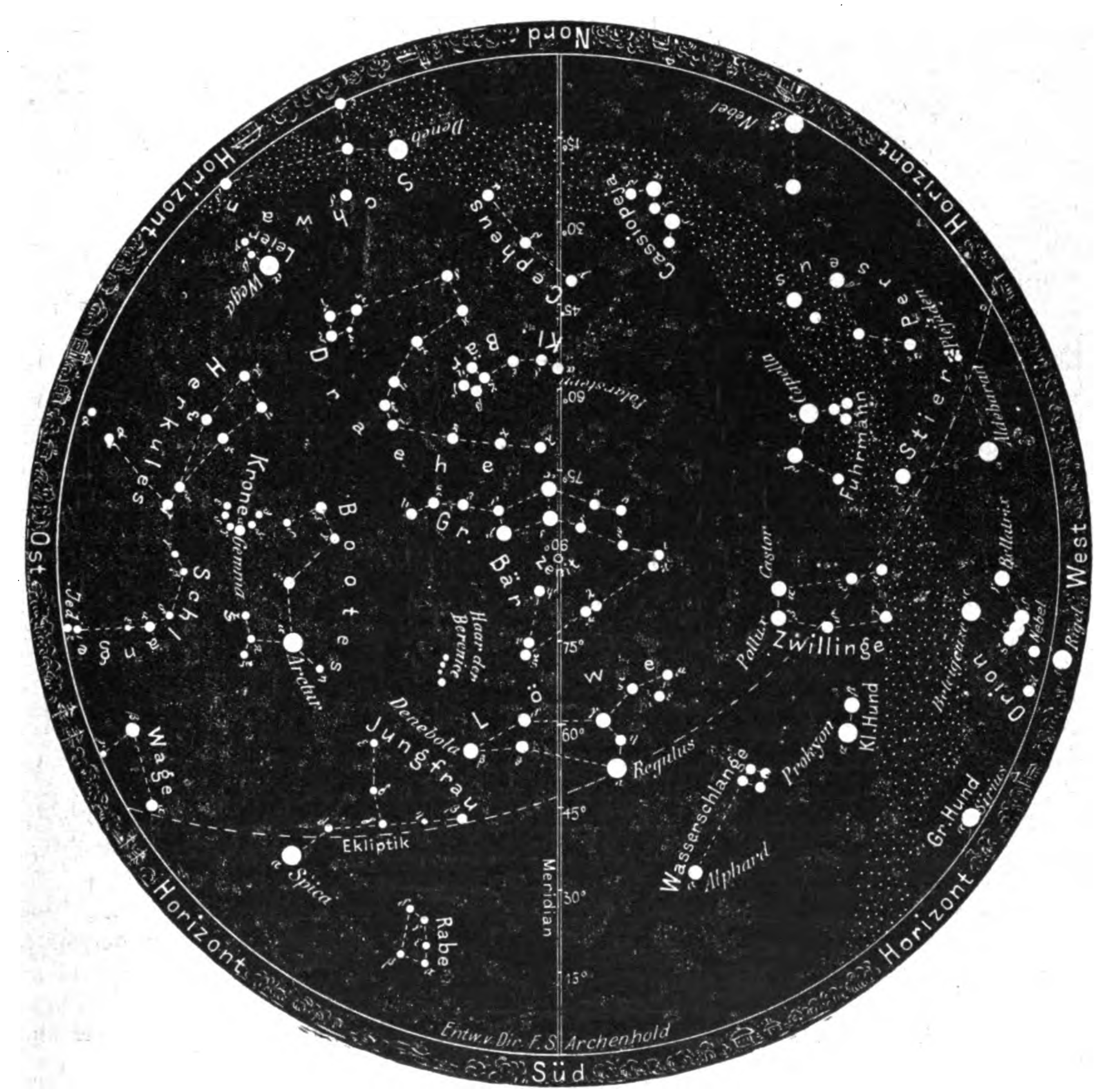
Der bekannte Mondforscher Puiseux untersucht in der „Scientia“, in wieweit die Sonne und der größte Teile der Fixsterne zu einer großen Familie gehört, und was sich über deren Vergangenheit und künftige Entwicklung auf Grund moderner Untersuchungen insbesondere spektroskopischer Beobachtungen, schon heute aussagen läßt. Es sind Sterne aufgefunden worden, deren Masse der unserer Sonne völlig gleichkommt, und eine große Zahl anderer, die ihr quantitativ weit überlegen sind. So konnte bei dem Stern Beta im Fuhrmann und Xi im Großen Bären mit großer Sicherheit aus den spektroskopischen Beobachtungen abgeleitet werden, daß ihre Massen mindestens das Vierfache der Sonne betragen. Ja, Nordmann hat mit Hülfe einer neuen photometrischen Methode auch den Durchmesser einiger Sterne bestimmt. Er findet beispielsweise, daß Aldebaran ein Riese unter den Sternen ist. Er übertrifft unsere Sonne im Verhältnis noch mehr an Größe wie unsere Sonne den Jupiter, der hellste Stern des Himmels, Sirius wurde hingegen nur ein wenig größer als unsere Sonne befunden. Zeigt der Stern noch in regelmäßigen Zwischenräumen eine Lichtveränderung wie Algol im Perseus, so ist es möglich, aus der Kurve der Lichtintensität und den spektroskopischen Linienverschiebungen zu verschiedenen Zeiten festzustellen, daß das Sternensystem aus zwei Kugeln besteht. Beim Algol beträgt die Masse des Hauptsterns $^{4}/_{9}$, die Masse des Begleiters nur $^{2}/_{9}$ der Sonnenmasse, beide zusammen erreichen also noch nicht die Sonnenmasse; jedoch ist ihre Gesamtstrahlung viel größer als die der Sonne. Ihre Durchmesser ließen sich zu 1 700 000 und 1 330 000 km bestimmen. Wir sehen hieraus, da unsere Sonne 1 380 000 km groß ist, daß sie nur um 50 000 km den Begleiter im Algolsystem überragt.

Die Entfernung der Mittelpunkte der beiden Körper beträgt noch keine 5 000 000 km und der geringste Abstand ihrer Oberflächen noch keine 3 000 000 km. Nach diesen Dimensionen zu urteilen, muß der Zustand der Algolsonne und ihres Begleiters, die beide nur $^{1}/_{10}$ unserer Sonnendichte haben, von dem unserer Sonne durchaus verschieden sein. Gibt es nun Sterne, die unserer Sonne ähnlich sind? Es sind nach Gould 500 der

schönsten Sterne, welche als zur Familie der Sonne gehörig betrachtet werden können, alles helle Sterne, die längs eines Kreises liegen, der weitab von der Milchstraße steht. Diese Sterne müssen erstens eine bestimmte jährliche Parallaxe, zweitens eine kleine radiale Geschwindigkeit, drittens eine unserem Sonnensystem ähnliche Bewegung in einer Ebene zeigen und viertens ein Spektrum besitzen, welches im ganzen und im einzelnen dem unserer Sonne entspricht. Von den bisher beobachteten Spektren der Sterne weisen

Der Sternenhimmel am 1. April 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.

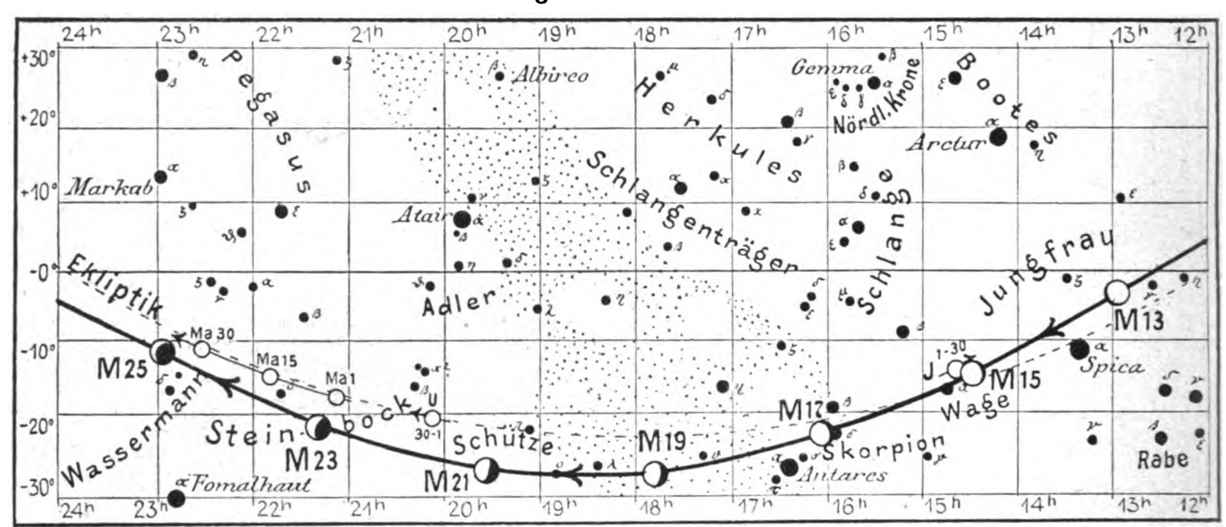


(Polhöhe $52^1/_2$°)

mindestens $^1/_4$, höchstens $^1/_3$ ein der Sonne ganz ähnliches Spektrum auf, wenn wir nur die Sterne 1. bis 3. Größe berücksichtigen. Dieser Prozentsatz nimmt jedoch in dem Maße ab, wie wir die entfernteren schwächeren Sterne hinzunehmen. Das Gemeinsame der sonnenähnlichen Sternspektren ist größte Intensität im gelben Teile des Spektrums; die metallischen Linien sind zahlreich und stark ausgeprägt. Die im blauen Ende des Spektrums liegenden am besten sichtbaren Linien sind die des Calciums und Eisens.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

Die Heliumlinien sind entweder schwach oder gar nicht vorhanden. Man sieht fast gar keine Absorptionsbänder, abgesehen natürlich von denen, die durch unsere Erdatmosphäre hervorgerufen werden, und die schwächer werden, je höher der Beobachtungsort liegt, wodurch sie von den in den Sternen vorkommenden Linien sofort zu trennen sind. Diese gelben Sonnensterne gehören sowohl bei Secchi wie bei Vogel zur zweiten Klasse. Sie verraten sich auch noch durch ihre große Eigenbewegung und große jährliche Parallaxe, wodurch auch ihre nahe Stellung zur Sonne angedeutet ist. Die Sterne in der Milchstreße und in ihrer Nähe gehören zur ersten Spektralklasse, den weißen Sternen. (Vgl. Das Weltall, Jg. 11, S. 130 u. f.) Am geringsten ist die dritte Klasse der Sterne, die mehr rötlichen mit starken Absorptionsstreifen, vertreten. Sie machen noch nicht den 10. Teil unter den Sternen aus, die heller als 7. Größe sind. Es ist interessant, daß unsere Sonne selbst in ihren Flecken ein ähnliches Spektrum zeigt, so daß anzunehmen ist, daß sich unsere Sonne aus einem gelben Stern in einen roten verwandeln wird, falls eine größere Zunahme der Flecken eintreten sollte. Manche Sterne zeigen nun neben den dunklen Linien noch helle in ihrem Spektrum, wie besonders die Wolf Rayet'schen Sterne und der Eta Argus-Stern, die entweder von Wasserstoff, Helium oder noch unbekannten Elementen herrühren. Es ist die Frage, ob wir es hier mit dem Beginn einer Glut oder ihrem Erlöschen zu tun haben. Für Laplace wäre die Antwort nicht zweifelhaft gewesen. Da er eine fortdauernde Erkaltung der Körper annimmt, verleiht er seinem Urnebel die größte Temperatur. Nach unserer heutigen Auffassung ist dies nicht mehr notwendig. Wir wissen, daß gerade bei der Kondensierung einer großen Nebelmasse eine solche Hitze frei wird, daß nicht nur die Wirkung der Strahlung aufgehoben wird, sondern sogar die gesamte Temperatur sich erhöhen kann. Ein Sternsystem kann daher heißer und kälter werden.

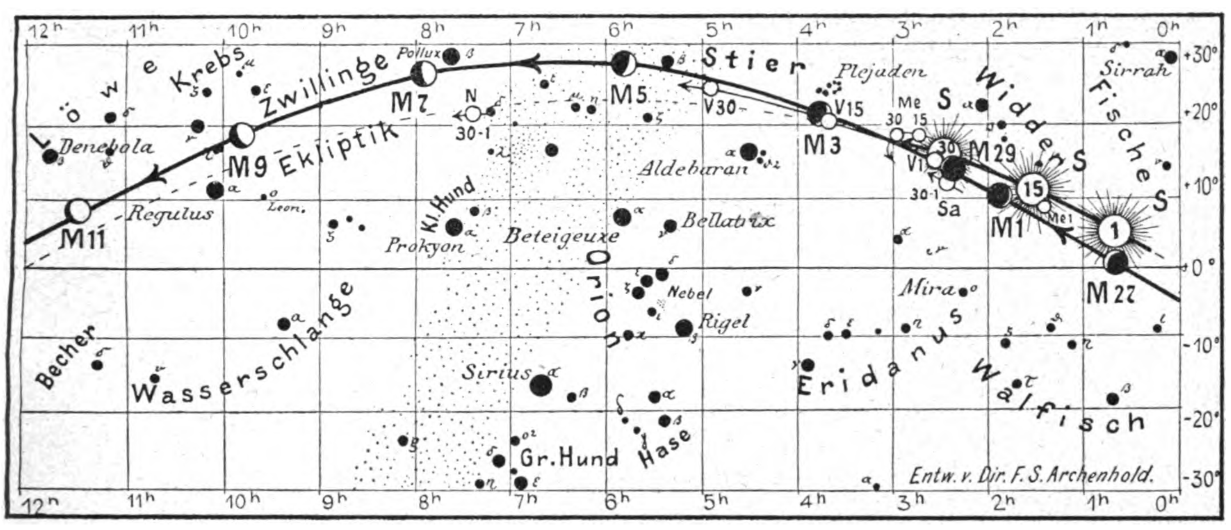
Zu welcher Klasse gehört nun unsere Sonne?

Nach der Hypothese von Sir Norman Lockyer, die zwar vielfach angefeindet wird, hätte jeder Stern folgende Etappen durchzumachen: Nebelstern, neuer Stern (mit hellen Linien), rötlicher Stern (Klasse 3a), gelber Sonnenstern, weißer Stern, rötlicher Stern (Klasse 3b), erloschener Stern und völlig erstarrter Stern. In diesen Entwicklungsstadien stellen die weißen Sterne das Temperaturmaximum dar. Die durch das Zusammenziehen des Körpers entstehende Wärme kann sich noch weiter erhöhen, ist dann aber nicht mehr imstande, die durch die Ausstrahlung entstandene Hitze wieder zu ersetzen, so daß die Gesamttemperatur des Himmelskörpers von nun an wieder geringer wird. Wenn

für den Monat April 1911.

Fig. 2a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

der erloschene Stern an seiner Oberfläche durch Explosion oder durch Zusammenstoß einen Meteorstrom erzeugt, so beginnt der Kreislauf wieder von neuem. Da der Zustand der Sonnensterne zweimal durchlaufen wird, so haben wir nach dieser Theorie die Wahl, für unsere Sonne im Augenblick die Phase der Erwärmung oder der Erkaltung anzunehmen.

Das seltene Vorkommen der Sterne der zweiten Etappe der Lockyerschen Entwicklung hat zu besonders scharfer Kritik herausgefordert. Hale bestreitet überhaupt die Voraussetzung einer einheitlichen Entwicklungshypothese für alle Sterne. Für ihn gibt es Einflüsse der Umgebung, welche uns noch nicht bekannt sind, die jedoch z. B. den einheitlichen Zustand der Sterne in der Gruppe der Plejaden, des Orions und des Andromeda-Nebels erklären. Das eigenartige Vorkommen der Sterne mit hellen Linien und der neuen Sterne in der Milchstraße erscheinen als weitere Beweise für die Abhängigkeit des Zustandes der Sterne von ihrer Verteilung im Raume. Daß andrerseits auch die alte Laplacesche Anschauung von dem allmählichen Erkalten aller Sterne nicht zutreffend sein kann, geht schon aus dem Umstande hervor, daß man dunkle Massen in größerer Zahl im Weltall nicht nachweisen kann.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die *Sonne* rückt im April vom Sternbilde des Widders in das des Stiers. Ihre Stellung in der Ekliptik ist wieder für den 1., 15. und 30. April in unsere Karte 2a eingezeichnet. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß ihre Mittagshöhe sich während des Monats um $10^1/_4{}^0$ vergrößert.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
April 1.	+ 4° 12′	$5^h 43^m$ morgens	$6^h 36^m$ nachm.	$41^3/_4{}^0$
- 15.	+ 9° 27′	$5^h 11^m$ -	$7^h 1^m$ -	47°
- 30.	+ 14° 30′	$4^h 40^m$ -	$7^h 27^m$ -	52°

Eine totale Sonnenfinsternis findet am 28. April statt. Sie wird als solche nur im Stillen Ozean sichtbar sein. Ihre Maximaldauer beträgt 5^m und zwar in der Mitte des Stillen Ozeans bei den Dudoza-Inseln. An den beiden Endpunkten der Totalitätslinie in Ost-Australien, wo die Verfinsterung gerade bei Sonnenaufgang, wie unweit der Südspitze von Nordamerika, woselbst die Verfinsterung bei Sonnenuntergang sichtbar ist, beträgt die Dauer $2^1/_2{}^m$. Von diesen beiden Endpunkten an bis zu den Dudoza-Inseln nimmt die Dauer der Verfinsterung allmählich zu. Als partielle Verfinste-

rung wird sie in der östlichen Hälfte Australiens und Neu-Guinea, sowie in Neuseeland in den Vormittagsstunden und in der südlichen Hälfte Nordamerikas in den Abendstunden sichtbar sein. In Washington wird an der untergehenden Sonne noch ein kleiner Teil der Scheibe verfinstert gesehen werden können.

Der *Mond* ist wiederum für den 1., 3., 5. u. s. f. in unsere Karten 2a und 2b mit seinen Phasengestalten eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen im Monat April auf folgende Daten:

Erstes Viertel:	April 6.	7^h vormittags.	Letztes Viertel:	April 21.	$1^1/_2{}^h$ abends.
Vollmond:	- 13.	$3^1/_2{}^h$ nachmittags.	Neumond:	- 28.	$11^1/_2{}^h$ abends.

Im Monat April findet keine Sternbedeckung statt.

Die Planeten.

Merkur (Feld $1^1/_2{}^h$ bis 3^h) wird zu Anfang des Monats am Abendhimmel wieder sichtbar. Die Dauer seiner Sichtbarkeit steigt bis zur Mitte des Monats nahezu auf eine Stunde. Am 15. bildet Merkur mit den Plejaden und der Venus ein spitzwinkliges und mit den Plejaden und dem roten Aldebaran im Stier ein gleichschenkliges Dreieck, in dessen Mitte gerade die Venus steht. Am Ende des Monats wird der Planet wieder unsichtbar, da die Sonne ihn alsdann erreicht. Seine Phasengestalt nimmt während des Monats ständig ab. Sein scheinbarer Durchmesser ist am 1. des Monats 4″,6 und am 30. 11″,4.

Venus (Feld $2^1/_2{}^h$ bis 5^h) ist zu Anfang des Monats schon $2^1/_2$ und zuletzt 3 Stunden lang als hell leuchtender, auffälliger Abendstern sichtbar. Am 1. April wird es ein bemerkenswerter Anblick sein, wenn die Venus oberhalb der jungen Mondsichel am Abendhimmel erstrahlt und in der Nähe beider der Saturn zu sehen ist. (Vgl. Feld $2^1/_2{}^h$.) Am Schluß des Monats ist nur $^3/_4$ der Scheibe beleuchtet. Die Phasengestalt nimmt noch bis zum 13. September zu. Ihr scheinbarer Durchmesser steigt vom 1. des Monats von 12″,3 auf 14″ am Schlusse des Monats.

Mars (Feld 21^h bis $22^1/_2{}^h$) ist während des ganzen Monats kaum eine Viertelstunde lang am Morgenhimmel sichtbar. Er tritt am 24. in Konjunktion mit dem Mond. Der scheinbare Marsdurchmesser nimmt während des Monats von 6″ auf 6″,6 zu.

Jupiter (Feld $14^3/_4{}^h$ bis $14^1/_2{}^h$) ist von der Mitte des Monats an während der ganzen Nacht sichtbar. Der Planet befindet sich während des ganzen Jahres im Sternbilde der Waage, ist seit Anfang März rückläufig geworden und wird erst wieder anfangs Juli rechtläufig. Am 1. Mai steht Jupiter der Erde am nächsten und in Opposition mit der Sonne. Seinen größten Abstand von der Erde erreicht er erst wieder Mitte November, gerade wenn der Mars in Erdnähe rückt. In der größten Erdnähe beträgt die Entfernung des Jupiters von der Erde 658 Millionen Kilometer. Auf seiner Oberfläche sind die in Gestalt und Farbe sich stets ändernden, mit dem Äquator zumeist parallel verlaufenden Streifen sichtbar, welche von ebenso schnell sich ändernden helleren und dunkleren Flecken durchsetzt sind und Zeugnis von den gewaltigen Umwälzungen in der noch heißen Lufthülle dieses größten Planeten ablegen. Einige dieser Gebilde, insbesondere der rote Fleck aus dem Jahre 1874, der heute noch zu sehen ist, haben eine lange Sichtbarkeitsdauer, so daß sie ein vorzügliches Mittel abgeben, durch die Abzählung der Zeit, die zwischen zwei Durchgängen durch die Mitte der Jupiterscheibe verstreicht, die Umdrehungsdauer des Jupiters selbst zu bestimmen. Sie beträgt nur 9 Stunden 55 Minuten. Der scheinbare Durchmesser des Jupiter nimmt von 41″,2 auf 42″,6 während des Monats zu.

Saturn (Feld $2^1/_4{}^h$ bis $2^1/_2{}^h$) steht während des ganzen Jahres im Sternbilde des Widders, tritt zweimal in diesem Monat, am 1. und 29. April mit dem Monde in Konjunktion und verschwindet, nachdem er mit seinem Ringsystem während des ganzen Winters ein schönes Beobachtungsobjekt war, von der Mitte des Monats an auf längere Zeit in den Strahlen der Sonne. Von den 10 Monden, die ihn umkreisen, ist nur der hellste, Titan, lichtstark genug, um schon in kleineren Fernrohren gesehen werden zu können.

Er gebraucht 16 Tage zu einem vollen Umlauf um den Saturn. Sein Durchmesser ist 4000 km groß, wohingegen der dritte Jupitermond 5400 km mißt, so daß dieser bereits wegen seiner Größe von scharfen Augen unter günstigen Umständen ohne Fernrohr gesehen werden kann. Der Durchmesser unseres Mondes beträgt nur 3480 km. Würde Titan uns ebenso nahe stehen wie dieser, so würden wir ihn um 5 Bogenminuten größer sehen als unseren Mond. Auch auf dem Saturn sind in größeren Fernrohren schwache dunkle Streifen in der Äquatorgegend zu bemerken, jedoch viel seltener scharf begrenzte Flecke. Wegen der farbenreinen Abbildung, die unser Treptower Fernrohr gibt, können wir auch sehr deutlich eine rote Färbung auf diesen Saturnsgebilden wahrnehmen und daraus schließen, daß auch die Atmosphäre dieses Planeten noch hohe Temperaturen, etwa 200 bis 250° besitzt. Der scheinbare Durchmesser des Saturns nimmt, da dieser Planet sich jetzt von uns entfernt, von 15",5 auf 15",3 ab.

Uranus (Feld 20 ^{h}) ist nur kurze Zeit am Morgenhimmel sichtbar. Er zeigt selbst in den größeren Fernrohren nur ein kleines Scheibchen von blau-grünlicher Färbung und von 3",4 Durchmesser. Nur in den allergrößten Fernrohren sind auf seiner Oberfläche dunkler und heller gefärbte Flecken zu beobachten, deren Verfolgung jedoch bisher nicht möglich war, so daß wir über die Dauer seiner Axendrehung noch im Unklaren sind. Trotz seiner gewaltigen Entfernung von uns, 2900 Millionen Kilometer, sind schon 4 Monde bei ihm entdeckt worden, die sich in $2^1/_2$ bis $13^1/_2$ Tagen um ihren Planeten bewegen und die Eigentümlichkeit besitzen, daß sie in nahezu senkrechten Bahnen von Osten nach Westen ihren Umlauf vollführen. Eine solche Bewegung ist nur noch bei dem Saturnsmonde mit Sicherheit festgestellt worden. Während des ganzen Jahres steht Uranus im Sternbilde des Schützen.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist im Monat April noch 6 Stunden lang am Abendhimmel zu beobachten. Galle, welcher ihn zuerst am 23. September 1846 gesehen hat, ist im vorigen Jahre gestorben. Sein geistiger Entdecker Leverrier der aus den Ablenkungen, welche Uranus in seinem Laufe durch die Anziehungskraft des Neptuns erlitten hat, den Ort dieses entferntesten Planeten vorausberechnet hat, ist gerade vor 100 Jahren geboren worden und im Jahre 1877 gestorben. — Der größte Durchmesser dieses Grenzwärters unseres Planetensystems beträgt nur 2",6. Bisher konnte nur ein Mond in seiner Nähe gesehen werden, der in 5 Tagen 21 Stunden in einer Entfernung von nur 356 000 km seinen Planeten umkreist.

Bemerkenswerte Konstellationen:

April 1. mittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. 6 ^{h} abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 15. 4 ^{h} morgens Merkur in seiner größten östlichen Abweichung von der Sonne 19° 42'.
- 15. 6 ^{h} morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 2 ^{h} morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 2 ^{h} morgens Totale Sonnenfinsternis. In Europa unsichtbar.
- 29. 4 ^{h} morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 3 ^{h} nachm. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.



Kleine Mitteilungen.

Der Komet 1886 I, der am 1. Dezember 1885 in Paris von Fabry als schwacher Nebel entdeckt worden ist und Anfang April um die Zeit seiner Sonnennähe mit einem 5 Grad langen Schweif mit bloßem Auge zu sehen war, zeigte, wie Arthur Stentzel mitteilt, interessante Er-

scheinungen, die mit denen des Brooksschen Kometen 1889 V[1]) zwar große Ähnlichkeit hatten, aber auf ganz andere physikalische Ursachen zurückzuführen sind.

Dieses Gestirn ging am 6. April 1886 durch das Perihel und näherte sich nachher im niedersteigenden Knoten einem Punkte der Erdbahn bis auf 0,2 Erdbahnradien, den die Erde nur $2^1/_2$ Tage vorher berührt hatte. Die Helligkeit des Kometen stieg deshalb zu dieser Zeit sehr bedeutend und machte ihn zu einem sehr auffallenden Objekt. Der stark leuchtende Schweif zeigte zunächst, wie im allgemeinen, überhaupt keine besondere Abweichung von der regelmäßigen Form und erschien auch am Abend des 31. März durchaus normal (Fig. 1). Doch plötzlich, um $11^h\ 15^m$, bot er im Fernrohre einen höchst merkwürdigen Anblick dar: der Schweif erschien etwa bei zwei Drittel seiner Länge völlig abgebrochen und setzte sich erst nach einer schwarzen Lücke wieder fort. Der Himmel war während des ganzen Abends vollkommen sternenklar, und der Zufall wollte es, daß unmittelbar neben der eigentümlichen Lücke ein ziemlich heller Stern stand (Fig. 2). Eine den Schweif an der unterbrochenen Stelle verdeckende Masse, etwa ein Wolkenstreif, konnte also nicht

Komet 1886 I.
Gezeichnet von Arthur Stentzel.

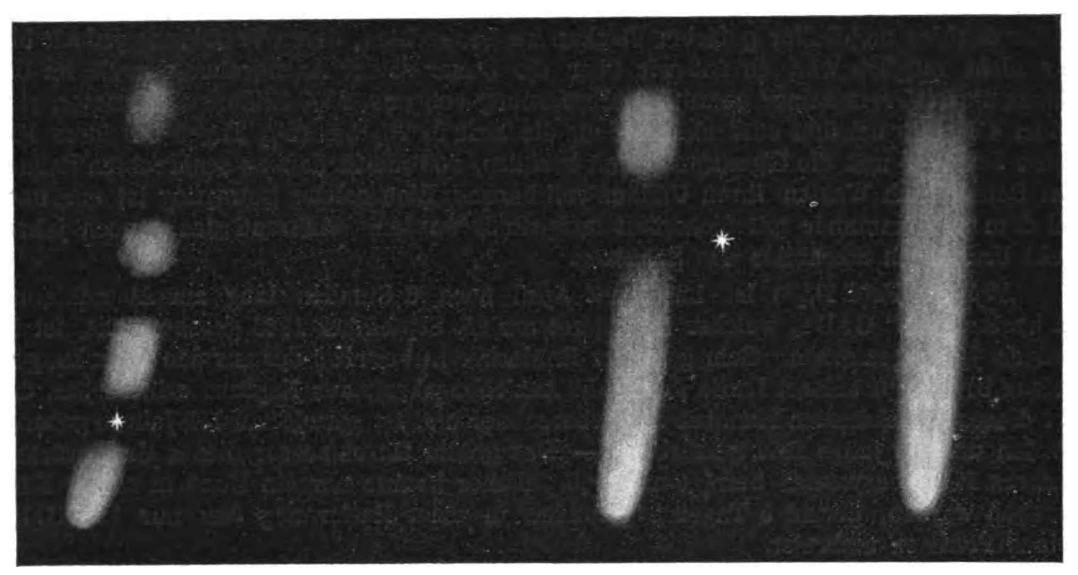


Fig. 1. März 31, $11^h\ 30^m$. Fig. 2. März 31, $11^h\ 15^m$ bis $11^h\ 20^m$. Sterndurchgang $9^h\ 0^m$ bis $9^h\ 1^m$. Fig. 3. April 1, $8^h\ 40^m$ bis $9^h\ 30^m$.

vorhanden sein, die Lücke war vielmehr reell. Indessen schon nach 5 Minuten, um $11^h\ 20^m$, war die Unterbrechung verschwunden, der Schweif zeigte wieder sein vorheriges normales Aussehen (Fig. 1). Noch sonderbarer war der Vorgang am folgenden Abend. Von $8^h\ 40^m$ bis $9^h\ 30^m$ erschien der Schweif sogar in vier gesonderte Stücke getrennt: der Kopf besaß nur einen kurzen, sehr hellen Schweifansatz, diesem folgte nach einer schwarzen Lücke ein etwa ebenso langes Schweifstück, diesem ebenfalls nach einer Lücke ein kurzes matteres Stück, nnd nach einer dritten, der größten, Lücke, schloß ein längliches Wölkchen den Schweif ab. Dadurch, daß dieses letzte offenbar nur der einen Seite des Schweifes angehörte, während die andere dunkel blieb, erhielt der Schweif eine stark gekrümmte Form, die in Wirklichkeit (als er wieder lückenlos erschien) nicht vorhanden war. Daß es sich hier weder um eine subjektive Täuschung, noch um eine materielle Verdeckung handelte, bewies ein Stern, der die erste Lücke in ungeschwächtem Glanze passierte (Fig. 3). Stentzel führt diese Erscheinung auf das elektrische Verhalten der Schweifteilchen zurück und vermutet in den Lücken indifferente Stellen, wie sie zwei- oder mehrpolige Magnete zeigen; die lichtaussendenden (elektrisch schwingenden) Schweifteile wären dann gewissermaßen als „Folgepole“ aufzufassen.

[1]) Vergleiche Dr. F. S. Archenhold, Zur Wiederentdeckung des Kometen Brooks 1889 V. „Das Weltall“, Jg. 11, S. 105.

Auf der Nordhalbkugel konnte der Komet nur bis zum 28. April beobachtet werden, auf der südlichen Halbkugel sah man ihn vom 1. Mai an mit einem 9 Grad langen Schweif. Die letzte Beobachtung gelang Finlay im Fernrohr am Kap der guten Hoffnung am 30. Juli 1886.

* * *

F. S. A.

Über die Bahn einiger spektroskopischer Doppelsterne finden wir in den Publikationen des Allegheny Observatoriums der Universität zu Pittsburg (Vol. II No. 5 bis 8) interessante Mitteilungen.

1. Der Stern 30 H. Ursae Majoris (Rekt. = $10^h 17'$, Dekl. = $+66^\circ 4'$), wurde im Jahre 1909 von Frank Schlesinger und Robert Baker als doppelt erkannt. Das Spektrum ist vom Typus A und hat große Ähnlichkeit mit dem Spektrum der Wega. Es wurden 50 Spektrogramme, die mit dem Mellon-Spektrographen in den Jahren 1908 bis 1910 auf den Lumièreschen Sigmaplatten hergestellt waren, untersucht und zwar, die Calciumlinie 393,38 $\mu\mu$, die beiden Wasserstofflinien 410,19 $\mu\mu$ und 434,06 $\mu\mu$ und die Magnesiumlinie 448,14 $\mu\mu$. Die Platte wurde durchschnittlich, da der Stern nur 5,1. Größe ist, 50 Minuten lang exponiert; man fand für die Periode des Umlaufs des Doppelsternpaares 11,5832 Tage.

2. Die Duplizität der Spektrallinien des Sternes 57 Cygni (Rekt. = $20^h 50'$, Dekl. = $+44^\circ 0'$) wurde im Jahre 1903 von Frost und Adams zuerst aufgefunden (Astrophysical Journal XVII S. 381). Die Spektren gehören zum Typus B 3, sind einander sehr ähnlich und fast gleich hell. Es wurden von Baker 30 Spektrogramme, die im Jahre 1909 auch mit dem Mellon-Spektrographen gemacht waren, zur Messung benutzt und zwar drei Heliumlinien 402,64 $\mu\mu$, 438,81 $\mu\mu$ und 447,17 $\mu\mu$; die beiden Wasserstofflinien 410,19 $\mu\mu$ und 434,06 $\mu\mu$ und die Magnesiumlinie 448,14 $\mu\mu$. Es ergibt sich eine Periode von nur 2,8546 Tagen. Es scheint so, als ob die Maße der beiden Sterne fast gleich sind.

3. Baker hat auch den Stern τ Aquilae (Rekt. = $20^h 6'$, Dekl. = $-1^\circ 7'$), der schon früher von Deslandres im Jahre 1901 beobachtet war (Bulletin astronomique XX S. 29), neu untersucht und eine Periode von 17,1245 Tagen festgestellt; jedoch scheint die Periode um 0,072 Tage jährlich veränderlich zu sein. Da der Stern hell genug, ist auch später die Anwendung dreier Prismen möglich, und da das Spektrum eine Reihe von feinen metallischen Linien enthält, so wird man über dieses interessante Sternsystem bald noch näheres erfahren und die Widersprüche erklären, welche sich zwischen den Deslandreschen und den Bakerschen Beobachtungen gezeigt haben, und so feststellen können, ob die Periode in Wirklichkeit konstant oder veränderlich ist.

4. Der Stern π Andromedae (Rekt. = $0^h 32'$, Dekl. = $+33^\circ 10'$) ist von F. C. Jordan durch Ausmessungen von 111 Platten, die auch mit dem Mellon-Spektrographen von August 1907 bis Oktober 1909 gemacht worden sind, untersucht und eine Periode von 143,67 Tagen abgeleitet. Die Veränderlichkeit des Spektrums wurde schon von Frost und Adams im Jahre 1903 entdeckt. Das Spektrum gehört dem Typus B 3 an und zeigt gut ausmeßbare scharfe Linien bis auf die Wasserstofflinien.

Es konnten 11 Linien zur Ausmessung benutzt werden. 1 Calciumlinie = 393,37 $\mu\mu$, 6 Heliumlinien = 400,94 $\mu\mu$, 402,64 $\mu\mu$, 412,10 $\mu\mu$, 414,40 $\mu\mu$, 438,81 $\mu\mu$, 447,16 $\mu\mu$, zwei Wasserstofflinien = 410,19 $\mu\mu$, 434,06 $\mu\mu$, 1 Kohlenstofflinie = 426,74 $\mu\mu$ und 1 Titaniumlinie = 448,15 $\mu\mu$

Von besonderem Interesse ist, daß dieser Doppelstern ein Heliumstern mit langer Periode ist.

In der Tabelle der Heliumsterne, die in dem 2. Katalog der spektroskopischen Doppelsterne (Lick Observ., Bulletin S. 36) veröffentlicht ist, ist eine große Lücke zwischen den kurzen- und den langperiodischen, denn die kürzesten der letzteren haben eine Periode von 117 Tagen, während die kurzperiodischen Sterne alle unter 1 Monat Umlaufszeit haben. Außerdem ist es noch bemerkenswert, daß die kurzperiodischen im Durchschnitt 8,38 Tage und eine Excentrizität von 0,19 haben. Die langperiodischen haben 147,1 Tage und eine Exzentrizität von 0,41, das heißt, die Abnahme der Exzentrizität mit der Umlaufszeit ist deutlich zu erkennen.

Die Exzentrizität von π Andromedae beträgt 0,58, und es zeigt sich hier auch wieder ein Wachsen der Exzentrizität mit der langen Periode. Nur drei der Heliumsterne, deren Umlaufszeit gerade zwischen 20 und 30 Tagen liegt, machen eine Ausnahme, ihre Exzentrizität ist noch größer und beträgt 0,61. Sollten noch andere Sterne aufgefunden werden, die bei ähnlicher Periode eine ebenso hohe Exzentrizität zeigen, so dürfte sich eine besondere Untersuchung dieser Gruppen anempfehlen.

F. S. Archenhold.

* * *

Über die eruptive Tätigkeit des Vesuvs im Monat Mai 1910 berichtet Prof. Alfano über seine Beobachtungen vom Observatorium „Pio X" in Valle di Pompei aus, wie folgt:

Mai 1. weißlicher Rauch aus dem südwestlichen und nordöstlichen Teile des Kraters. Mai 6. und 7. viel Dampf im Innern des Kraters, namentlich im Südwesten. Mai 7. und 8. desgleichen; dazu

noch grauer Rauch im Nordosten. Mai 12. und 13. wenig Dampf aus dem Rande des Kraters. Mai 15., 16., 20, 23., 24., 29.—31. wenig weißer Dampf aus SW. Mai 22. dichter weißer Rauch im Krater. Mai 25. viel schwärzlicher Rauch. Ganz frei von Dämpfen war der Berg bloß vom 17.–19. Mai. Dagegen durch Wolkenbedeckung der Beobachtung entzogen am 2.—5., 10., 11., 14., 21. 27. und 28. Mai.

* * *

Zehnstündiger astronomischer Vortragscyklus:
Die Bewohnbarkeit der Welten.

Mit Lichtbildern, Demonstrationen und praktischen Uebungen auf der Plattform der Treptow-Sternwarte.

von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Im neuen Hörsaal der Treptow-Sternwarte, Treptow bei Berlin, Alt-Treptow 1.

Montags 9—10 Uhr abends. Beginn: 24. April.

Zwei kleinere Fernrohre stehen vor und nach dem Vortrage zur freien Verfügung.

I. Einleitung: Geschichte der Bewohnbarkeitsfrage.
II. Lebensbedingungen auf den Himmelskörpern.
III. Die Beschaffenheit der Sonne.
IV. Merkur und Venus, Gleichheit von Tag und Nacht.
V. Dauer der Jahreszeiten auf dem Mars, Kanäle und Eisfelder.
VI. Jupiter und seine Monde.
VII. Jahreslänge auf dem Saturn, das Ringsystem, die 10 großen Monde.
VIII. Uranus und Neptun, Oberfläche und Färbung.
IX. Planetenartige Begleiter im Kosmos. Die Vielheit der Welten.
X. Praktische Übungen in der Beobachtung von Planeten und Aufsuchung der Sternbilder.

Die Hörerkarten sind schon zum ersten Vortrage mitzubringen und jedesmal als Ausweis vorzuzeigen.

*Hörgebühr für den zehnstündigen Kursus **6 M.**, für Mitglieder, Studenten, Lehrer etc. **4,50 M.***



Briefkasten.

H. A. in B. Auf Ihre Anfrage, welche Lehrbücher in elementarer Weise in die Differential- und Integralrechnung einführen, teilen wir Ihnen mit, daß in Betracht kommen: „Kurze Einleitung in die Differential- und Integralrechnung" von J. Fisher, Leipzig, 1904; „Gemeinverständliche erste Einführung in die Höhere Mathematik" von H. Leschanowsky, Wien, 1907; „Die Anfangsgründe der Differential- und Integralrechnung" von R. Schroeder, Leipzig, 1905.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 12. **Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.** **1911 (Zweites Märzheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

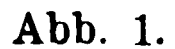
Neuere Untersuchungen über den chemischen Ursprung verschiedener Linien im Sonnenspektrum und in Sternspektren.

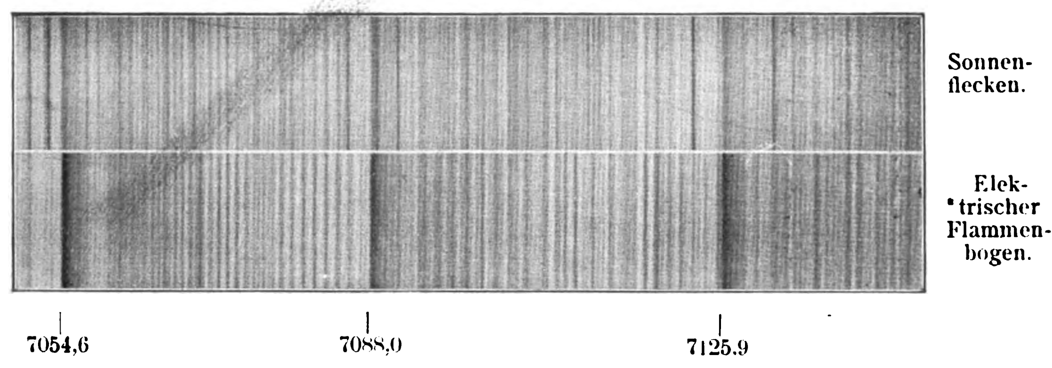
Von Dr. F. S. Archenhold.

Der Hauptassistent des „Solar Physics Observatory", Baxandall, in South-Kensington, das, von Sir Norman Lockyer schon seit vielen Jahren geleitet, wertvolle Beiträge zur Sonnenphysik liefert, und um dessen Verlegung aus London heraus sich ein großer Streit entwickelt hat, veröffentlicht unter obigem Titel sechs verschiedene Untersuchungen, deren Hauptergebnisse wir hier mitteilen wollen. Die benutzten Sternspektren und Laboratoriumsaufnahmen sind hauptsächlich von Butler gemacht, die Sternphotogramme rühren von verschiedenen Mitgliedern des Observatoriums her.

Zuerst wird das Spektrum der Sonnenchromosphäre und einiger Sternspektren mit dem der Sonnenflecke verglichen. Die Arbeit ist vor 7 Jahren in Kensington begonnen worden. Inzwischen wurden auch auf der Mount Wilson-Sternwarte ähnliche Untersuchungen angestellt, mit denen die Kensington-Resultate jetzt verglichen werden können. Es sind insbesondere bei diesem Vergleiche die Spektren von Capella und Arktur herangezogen worden. Während das Spektrum der Capella dem Sonnenspektrum sehr ähnlich ist, sind im Spektrum von Arktur besonders Vanadium- und Titanlinien aufgefunden worden, welche nur in dem Sonnenfleckenspektrum sehr stark vorkommen. Wir geben hier als Beispiel das Spektrum eines Sonnenfleckes im roten Teile nach Hale und Adams wieder, in welchem besonders die Linie 7054,6 kräftig hervortritt. Als Vergleich ist darunter das Titanspektrum im elektrischen Flammenbogen abgebildet; da in diesem die Linien hell sind, so ist eine negative Kopie abgedruckt. (Abb. 1.) Es hat sich weiter herausgestellt, daß die Dämpfe in den Sonnenflecken, in der Sonnenphotosphäre und in der absorbierenden Atmosphäre des Arkturs sich fast unter gleichen Be-

dingungen der Temperatur und elektrischen Ladung vorfinden. Der Vergleich des Spektrums der Sonne selbst mit der Capella ergab, daß in den Temperaturverhältnissen der absorbierenden Dämpfe dieser beiden Körper nur sehr geringe Unterschiede vorhanden sein können. Die starken Eisenlinien von 4045 bis 4072 und zwischen 4383 und 4415 sind in Capella ein wenig schmaler als in der Sonne, woraus geschlossen werden kann, daß die Temperatur der Capella etwas höher sein muß, als die der Sonne. Die Intensitätsänderungen einiger anderer Linien weisen auch darauf hin, daß die Capella ein wenig heißer als die Sonne ist. Es sind besonders die Scandium und Proto-Titanlinien, welche bei Capella etwas stärker entwickelt sind. Wir geben hier die Spektren von Sonne, Capella und gleichzeitig von Procyon, γCygni, Arktur und Beteigeuze nach Huggins wieder (Abb. 2). Aus dem Studium des Arkturspektrums von Baxandall[1]) sowohl wie von Adams hat sich in übereinstimmender Weise ergeben, daß erstens die stärkeren Linien in den Sonnenflecken auch im Arkturspektrum stärker auftreten und zweitens, daß die Linien des Vanadiums und Titans sich immer unter den am meisten verstärkten Linien vorfinden. Drittens stellte sich heraus, daß die Temperatur


Abb. 1.



Die Titanbanden im roten Teile des Spektrums der Sonnenflecken (oben) und des elektrischen Flammenbogens (unten).

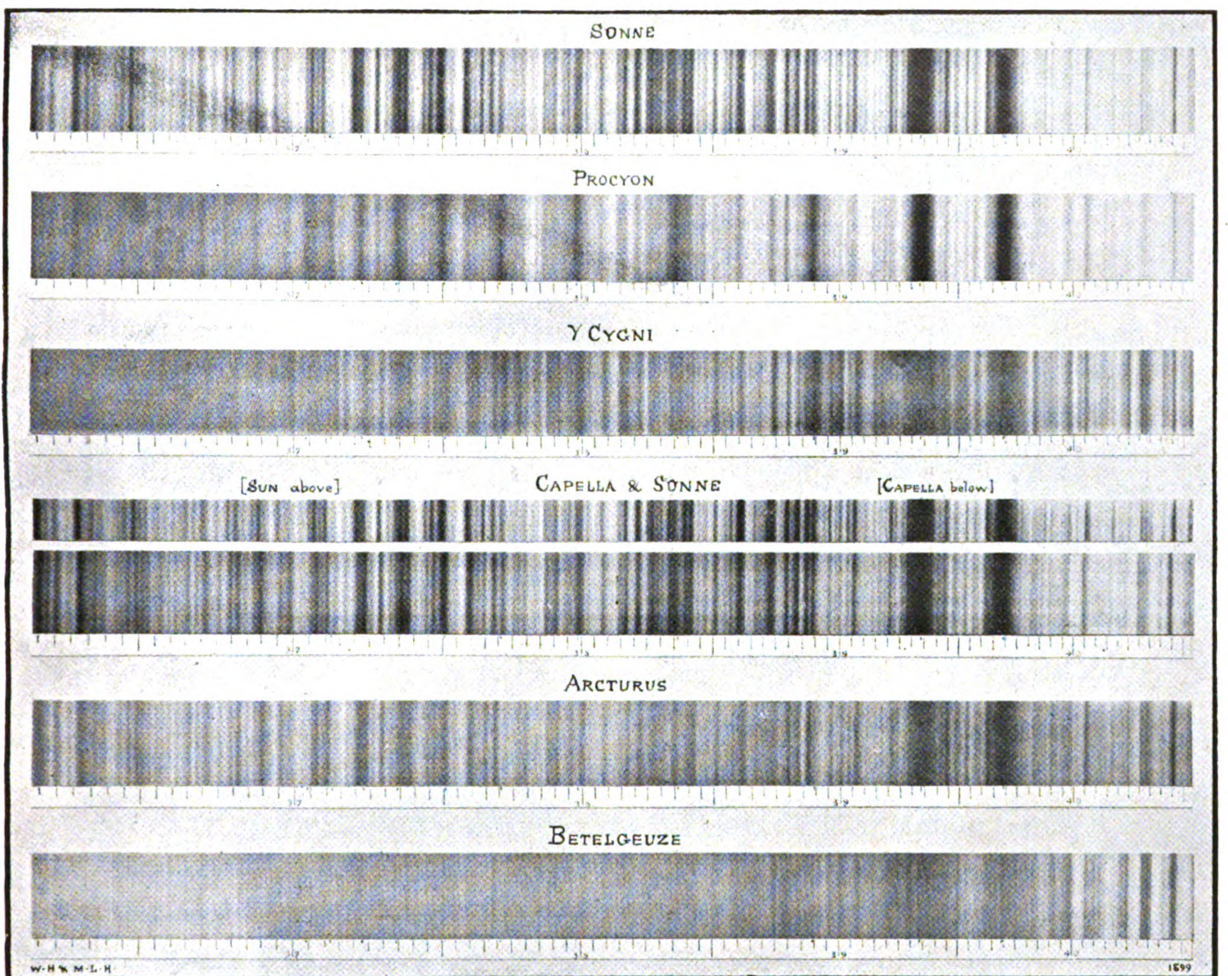
von Arktur niedriger als die der Sonne ist. Mit steigender Temperatur werden die Eisenlinien schwächer und die Wasserstofflinien stärker in den Sternspektren. Es zeigt sich, daß im Arktur die Eisenlinie 4326 deutlich stärker als die Wasserstofflinie Hγ ist, und umgekehrt in der Sonne die Wasserstofflinie Hγ die stärkere ist. Weiter hat der Vergleich ergeben, daß die absorbierenden Dämpfe in dem Kern der Sonnenflecken annähernd sich unter denselben Temperaturbedingungen befinden müssen, wie die absorbierenden Dämpfe der Arkturhülle. Hieraus kann weiter geschlossen werden, daß, wie schon gezeigt, die Temperatur des Arkturs niedriger als die unserer Sonne ist und daß auch die Dämpfe der Sonnenflecken niedriger als ihre Umgebung sind und daß es somit auch wahrscheinlich ist, daß auf dem Arktur die Flecken

[1]) Vgl. Baxandall: „Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra"; Hale, Adams und Gale. „Preliminary paper on the cause of the characteristic phenomena of sun-spot spectra". Astrophys. Journal Bd. 24, Seite 185. („Second paper . ." Bd. 25. Seite 75.) Adams: „Sun-spot lines in the spectrum of Arcturus". Astrophys. Journal Bd. 24, Seite 69. Adams: „Preliminary catalogue of lines affected in sun-spots". Astrophys. Journal Bd. 27. Seite 45.

viel zahlreicher vorkommen als auf unserer Sonne. Den Unterschied des Spektrums der Sonne und eines Fleckes in der Region der b-Linien zeigt uns Abbildung 3.

Weiter ist wohl anzunehmen, daß die Capella, welche im Augenblicke eine höhere Temperatur als die Sonne hat, auch weniger Flecke zeigen wird. Werden noch die Spektren der kälteren Sterne, Secchis 3. und 4. Klasse, (die dem Antares und der Fischgruppe der Kensington-Einteilung entsprechen) zum

Abb. 2.



Die Spektren von Sonne, Procyon, γ Cygni, Capella, Arktur und Beteigeuze.

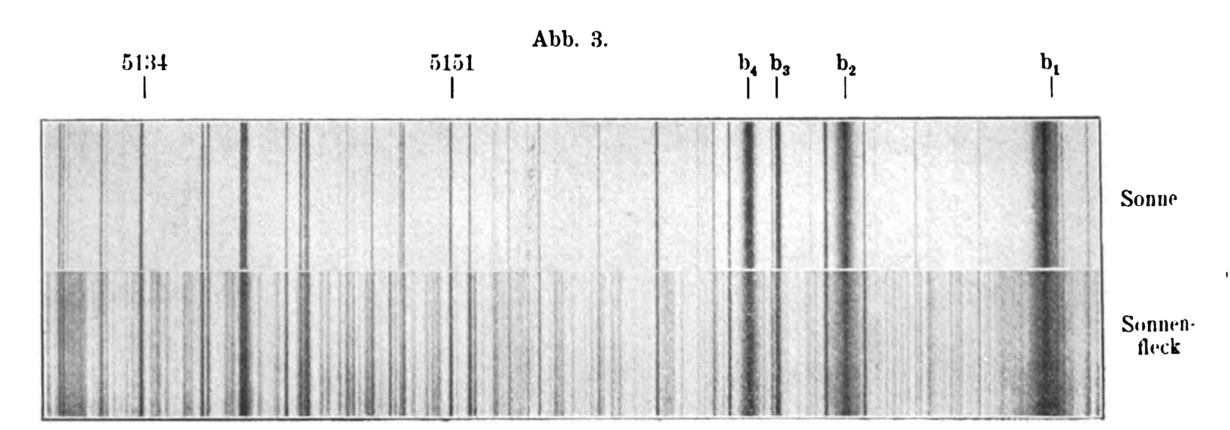
Vergleich herangezogen, insbesondere das Spektrum von α Orionis, welches Pickering tabuliert hat, so stellt sich heraus, daß unter 79 Linien 48 dem Eisen, 25 dem Titan, 13 dem Chrom und 9 dem Vanadium zugehören und daß infolgedessen der Stern, der den Namen Beteigeuze trägt, weit fleckenreicher sein muß als Arktur. Die Zunahme der Absorptionslinien bei dem Sternspektrum von μ Geminorum, Typus 3, bis zum Spektrum des Sternes 132 Schjellerup, Typus 4, ist verhältnismäßig geringer als vom Sonnen- zum Arkturspektrum. (Vgl. Abb. 4.) Schon früher wurde gezeigt, daß das Spektrum

der Chromosphäre der Sonne sehr stark den Sternspektren γCygni und Procyon ähnelt, hauptsächlich inbezug auf die metallischen Linien.

Unter den heißeren Sternen nimmt εUrsae Majoris eine besondere Stellung ein. Beim Vergleiche seines Spektrums mit dem des Sirius stellte sich heraus, daß die Linien des Protochroms im Spektrums von εUrsae Majoris deutlicher hervortraten als in dem irgend eines anderen Sterns, woraus aber noch nicht geschlossen werden darf, daß die Atmosphäre mehr Chromdämpfe enthält als die andern Sternatmosphären, sondern daß vielleicht der spezielle Temperatur- oder elektrische Zustand des Dampfes in εUrsae Majoris dies Auftreten des Protochroms mehr begünstigt als der anderer Sterne.

Das Auftreten von Stickstofflinien in den Sternspektren ist bereits im Jahre 1899 im Kensington-Laboratorium bei ε Orionis entdeckt worden. Die stärksten Linien des Stickstoffs bei 3395 und 4631 treten in Sternen auf, welche ungefähr die Temperatur des hellsten Sterns im Kreuz, α Crucis, besitzen. Sie sind auch mit Sicherheit im Spektrum des Rigel und in ζOrions nachgewiesen.[1])

Abb. 3.



Das Spektrum der Sonne und eines Sonnenfleckes in der Region der b-Linien.

Sir David Gill hat im Jahre 1899[2]) festgestellt, daß in dem Spektrum von βCrucis die stärkeren Sauerstofflinien auftreten, zum mindesten die zwischen 4250 und 4575, ohne jedoch die Stickstofflinien, die zweifelsohne in diesem Sterne auch vorkommen, aufzufinden. Schon vorher hatte Sir William Huggins das Vorhandensein von Sauerstoff in den Sternen entdeckt; besonders in den Heliumsternen Bellatrix und Rigel, und zugleich erkannt, daß die in diesen Sternen vorkommende Linie 3995 auf das Vorhandensein von Stickstoff zurückzuführen ist. In Kensington sind dann noch im Bellatrixspektrum die Linien 4237, 4242 und 4631 als Stickstoff erkannt worden. Eine ausführliche Tabelle gibt alle die Stickstofflinien wieder, welche in β, γ, $\varkappa$, ε, ζ und ι Orions aufgefunden sind. Einige dieser Stickstofflinien sind verhältnismäßig scharf, andere wieder stark verschwommen. Es ist von besonderem Interesse, daß die Schärfe und Verschwommenheit im Laboratorium in gleicher Weise auftritt wie in den Sternspektren.

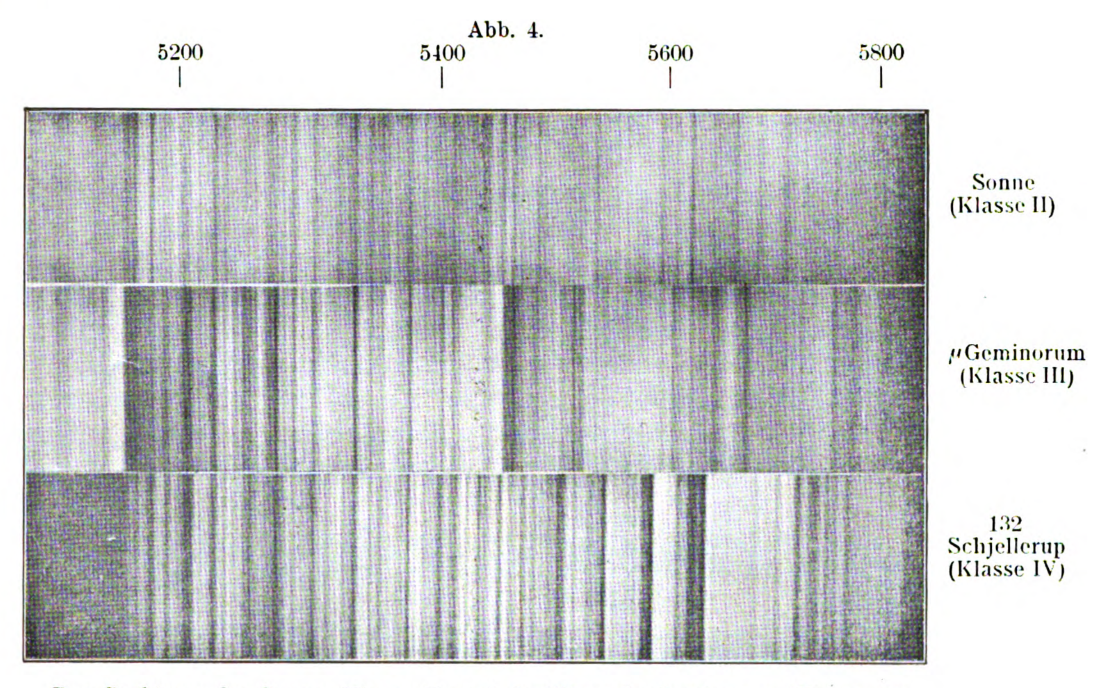
---

[1]) „On the Order of Appearance of Chemical Substances at different Stellar Temperatures". Roy. Soc. Proc., Bd. 64, Seite 398.

[2]) „On the Presence of Oxygen in the Atmospheres of certain Fixed Stars". Roy. Soc. Proc. Bd. 65, Seite 205.

Baxandall gibt zum Schluß noch eine wertvolle Tabelle aller scharfen Linien in den Sternspektren, welche sich für die so wichtigen Geschwindigkeitsmessungen besonders gut eignen. Eine andere Tabelle enthält alle am Himmel aufgefundenen Linien, welche bisher noch nicht mit Sicherheit mit irdischen Elementen identifiziert werden konnten. Alle Spektroskopiker, welche die Spektren seltener Elemente im Laboratorium untersuchen, sollten in diese Tabelle Einsicht nehmen, um sich zu vergewissern, ob nicht vielleicht einige der noch unbekannten Linien in den Sternspektren mit den von ihnen gefundenen Linien identisch sind. Die Wellenlängen der unbekannten Linien liegen zwischen 3860 und 5304 und finden sich hauptsächlich im Spektrum von Deneb, ε Ursae Majoris, ε Orionis, α Andromedae, Θ Aurigae, ζ Puppis und in unserer Sonne.

Abb. 4.



Das Spektrum der Sonne (Klasse II) und der Sterne μ Geminorum (Klasse III) und 132 Schjellerup (Klasse IV).

Niemand konnte annehmen, daß die spektrale Zerlegung des Lichtes uns so wichtige Einblicke in die Natur der Gestirne verschaffen würde. Freilich müssen die Spektrogramme der schwachen Sterne selbst in den lichtstärksten Fernrohren oft mehrere Nächte hintereinander auf die Platte wirken, um uns die chemische Beschaffenheit der Lichtquelle zu verraten. Manche Aufnahmen brauchen eine 24stündige Expositionszeit. Besonders interessant sind die früher unerklärt gebliebenen Abweichungen im Aussehen der Spektren. (Über die verschiedenen Arten der Sternspektren sind unsere Leser in einem früheren Artikel von mir im „Weltall", Jg. 11, Seite 130 orientiert worden.) So erschien der helle Spektralgrund des Stern ε Pegasi nicht gleichmäßig hell, was jetzt dadurch erklärt werden kann, daß ε Pegasi noch ein unfertiger Stern in gasartigem Zustande ist der in der Mitte des Spektrums breite Emissionsbänder einer heißeren Region zeigt, über welche sich breite Absorptionsstreifen der kühleren

Außengebiete lagern. Auch können Wirbel, die im Innern dieses Gestirns auftreten, dem Spektrum einen unbestimmten Charakter geben.

Exner und Haschek haben beim Arktur und Pollux die vermeintliche Calciumlinie als eine kräftige Linie des seltenen Elementes Europium erkannt und Sir Norman Lockyer hat das Auftreten des Schwefels im Spektrum des Rigel zum ersten Male in einem Gestirnsspektrum festgestellt. Neuerdings hat Nordmann durch photometrische Vergleichung der Spektren bei vielen Sternen die Temperatur bestimmt; so beim Polarstern auf 8200°, beim Algol auf 13 300°, beim Stern λ im Stier auf über 40 000°. Fast alle in den letzten Jahren im Laboratorium entdeckten neuen Elemente können auch in den Spektren der Sterne nachgewiesen werden, wodurch die Annahme, daß die Materie, welche zum Aufbau der vielen Millionen Sonnen im Weltall benutzt worden ist, auch das Material für die Zusammensetzung unserer Sonne und ihrer Planeten abgegeben hat, zur Gewißheit wird.



Das Kronsche Chromoskop.

Bekanntlich gibt die Zerlegung des Lichts durch ein Glasprisma darüber Aufschluß, daß fast jeder Körper mit Farben leuchtet, die durchaus nicht im physikalischen Sinne homogen sind, sondern sich in Wirklichkeit aus einer größeren oder kleineren Zahl von Grundfarben zusammensetzen. So wird das uns weiß erscheinende Tageslicht durch das Prisma in ein farbiges Band aufgelöst, das sämtliche Spektralfarben in kontinuierlichem Übergang von Rot bis Violett enthält. Durch die Spektroskopie ist es möglich geworden, sich in diesem Bereich der Spektralfarben mit außerordentlicher Genauigkeit zu orientieren; denn jeder einzelnen Spektralfarbe entspricht ja eine ganz bestimmte

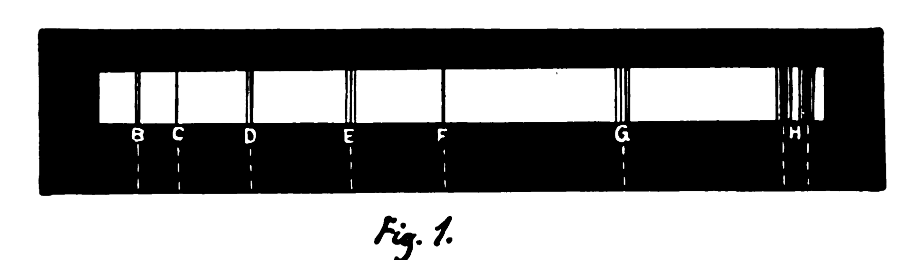


Fig. 1.

Wellenlänge, beispielsweise kommt der Linie B eine Wellenlänge von 0,000 687 mm, der Linie E_2 eine solche von 0,000 527, der Linie F die von 0,000 486, der Linie H die von 0,000 397 mm zu. Aus Fig. 1 ist die Lage dieser Linien im Spektrum ersichtlich, ihre Bezeichnung stammt von Frauenhofer her. Wenn es nun auf diesem Wege möglich geworden ist, jedes der achtzig Grundelemente durch das Auftreten einer oder mehrerer charakteristischer Linien im Spektralapparat mit aller Sicherheit sowohl einzeln als auch in den Verbindungen zu erkennen, so hat es andererseits ein großes praktisches Interesse für viele Zweige der Industrie, ein genaues Maß für die zahlreichen Mischfarben zu besitzen, die man nun durch die Kombination der Spektralfarben hervorrufen kann und den betreffenden Farbenton stets mit möglichster Genauigkeit zu reproduzieren. Die Möglichkeit der Konstruktion eines solchen Apparats ergibt sich durch die Färbung, die Plättchen aus Gips oder Quarz im

polarisierten Licht zeigen. Das linear polarisierte Licht, das hier allein in Betracht kommt, unterscheidet sich von dem natürlichen dadurch, daß die Schwingungen in einer bestimmten Richtung senkrecht zum Lichtstrahl vor sich gehen, während im natürlichen Licht keine Richtung bevorzugt ist. Diesen Unterschied kann man etwa durch Fig. 2 veranschaulichen. Bei linear polarisiertem Licht erfolgen die Schwingungen stets in der Richtung a—b — der betreffende Lichtstrahl geht durch o senkrecht zur Zeichnungsebene — andere Schwingungen sind unmöglich, während im natürlichen Licht diese Schwingungen gleichmäßig nach allen Richtungen erfolgen. Es ist nun durch verschiedene Versuchsanordnungen möglich, aus natürlichem Licht linear polarisiertes herzustellen, unter anderm auch durch Verwendung gewisser Krystalle.

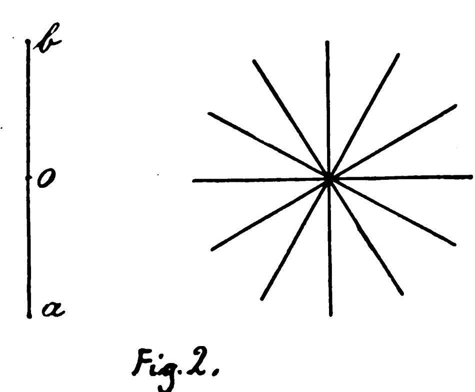


Fig. 2.

Linear polarisiertes Licht. Natürliches Licht.

Diese Krystalle, von denen sich der Kalkspat am besten zu diesen Zwecken eignet, besitzen die Eigenschaft, das auffallende Licht nicht gleichmäßig hindurchzulassen, sondern nur solches, dessen Schwingungen in einer bestimmten, ausgezeichneten Ebene und einer zu dieser senkrecht stehenden erfolgen. Man kann bewirken, daß nur das Licht einer dieser beiden Schwingungsrichtungen zur Geltung kommt und hat dann linear polarisiertes Licht hergestellt. Zwei derartige Krystalle lassen sich in der Weise verwenden, daß man den einen zur Polarisation des Lichts benutzt, den andern dagegen zur Untersuchung des Schwingungsunterschiedes des austretenden Lichtes. Denn werden

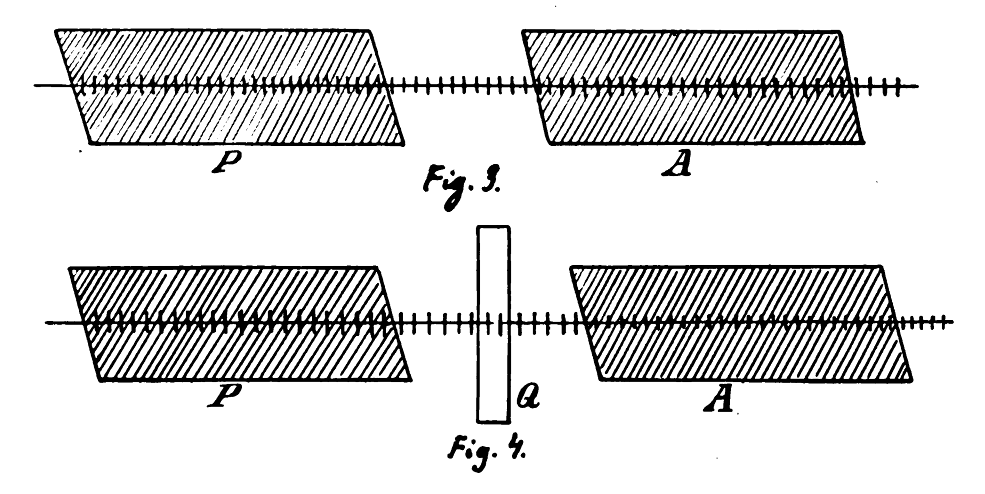


Fig. 3.

Fig. 4.

beide Krystalle so orientiert, daß die betreffenden Schwingungsebenen des Lichts parallel stehen, so wird das aus dem ersten Krystall austretende linear polarisierte Licht auch den zweiten ungeschwächt durchsetzen, dagegen von dem zweiten Krystall nicht mehr hindurchgelassen werden, wenn die betreffenden Ebenen aufeinander senkrecht stehen. Dreht man also das in Fig. 3 mit A bezeichnete Prisma aus der parallelen Stellung um einem rechten Winkel, so wird uns das Gesichtsfeld völlig dunkel erscheinen, dreht man weiter, so

hellt es sich wieder auf, erreicht bei abermals 90° maximale Helligkeit, verdunkelt sich dann wieder bis zur nächsten Drehung um 90°, hellt sich wieder auf usw. Der Quarz besitzt nun die eigentümliche Eigenschaft, unter der Einwirkung solchen linear polarisierten zusammengesetzten Lichts ganz bestimmte Färbungen hervorzurufen, und zwar ist diese Färbung abhängig von der Stellung der Schwingungsebene des Polarisators zu der des Analysators. Bei Anwendung weißen Lichts ergeben sich z. B. nach **Biots** Messungen die Farben

	Rot	Orange	Gelb	Grün	Blau	Indigo	Violett
für den Winkel	15,30°	17,24°	24°	28°	32°	38°	41°

zwischen diesen beiden Ebenen für eine Quarzplatte von 1 mm Dicke. Es würde zu weit führen, auf die Theorie dieser Erscheinung näher einzugehen, nur soviel sei bemerkt, daß die auftretenden Farbentöne außer von dem Winkel, den die Schwingungsebene der beiden Krystalle mit einander bilden, noch von der Dicke der benutzten Quarzplatte abhängen. Diese Eigenschaft des Quarzes hat nun **Arons** zur Konstruktion eines Chromoskops benutzt. Das Prinzip der Anordnung besteht darin, daß er Quarzplatten verschiedener, genau bekannter Dicke in den Strahlengang zwischen Analysator und Polarisator, Fig. 4, einschaltet. Durch Anwendung von sechs Quarzplatten von der Dicke $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 4 und 8 mm lassen sich dann durch Übereinanderlegen die denkbar reichhaltigsten Farbennüancen herstellen, die sich nun durch zwei Bestimmungsstärken, nämlich die Dicke des verwandten Plattensatzes und den Winkel des Analysators, mit völliger Genauigkeit festlegen lassen. Eine Darstellung der Erscheinung für 6 mm Quarzdicke gibt Fig. 5. An der Peripherie des Kreises sind die Winkel für die verschiedenen Lagen des Analysatorwinkels von 10 zu 10° aufgetragen. Die charakteristischen Grenzen der einzelnen Farben liegen zwischen den **Frauenhoferschen** Linien A bis H, wie die Figur ebenfalls zeigt, die entsprechenden Farben sind zwischen ihnen zur Orientierung eingetragen. Die in den inneren Kreis eingezeichnete Doppelkurve stellt eine Schablone dar, die die Stärke der einzelnen Farbenanteile in den entsprechenden Sektoren erkennen läßt.

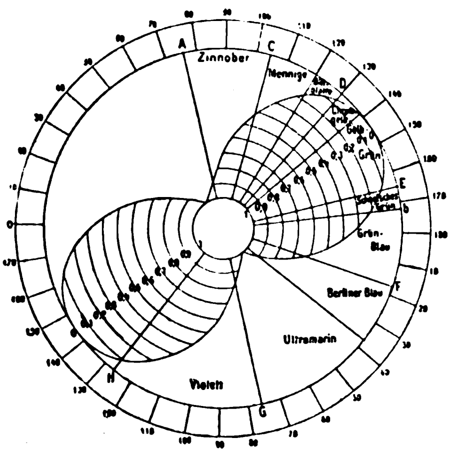


Fig. 5.

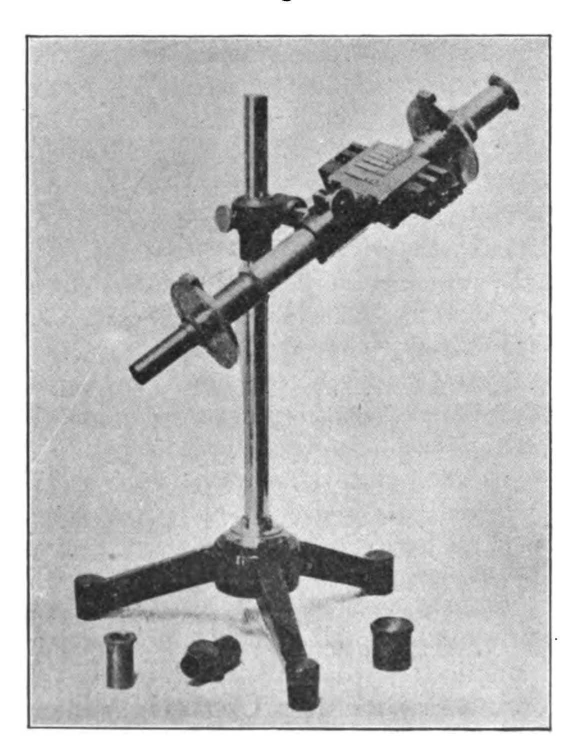


Fig. 6.

Fig. 6 zeigt eine Ansicht des Apparats, auf dessen konstruktive Einzel-

heiten hier nicht näher eingegangen werden kann. Das obere Ende trägt den Polarisator; hinter diesem lassen sich durch Einschieben der in der Figur hervortretenden Messingplatten — seitlich von dem rechteckigen Kasten — die verschiedenen Quarzdicken herstellen; am unteren Ende sitzt das Analysator-Nikol, dessen Stellung sich auf der Kreisteilung ablesen läßt.

Die Farben im Chromoskop sind natürlich bedingt durch die zur Beleuchtung dienende Lichtquelle: sie werden sich beispielsweise im Quecksilberlicht ganz anders ergeben als in diffusem Tageslicht. Eine Übersicht über das ganze Gebiet der unzähligen Farbennüancen zu geben, ist naturgemäß sehr schwierig. Nur so viel sei erwähnt, daß sich bei jeder Quarzplattendicke eine ganz besonders auffällige Farbenänderung von einer bläulichen zu einer rötlichen Nüance zeigt, der natürlich ein charakterischer „Analysator-Winkel" entspricht; diesen wird man dann zweckmäßig zum Ausgang der weiteren Untersuchung wählen.

Es liegt auf der Hand, daß dieser Apparat für die mannigfachen Zwecke des Kunstgewerbes von großer Bedeutung ist, da man jeden nur denkbaren Farbenton durch Angabe der Quarzplattendicke und des Analysatorwinkels „absolut" festlegen kann. Erforderlich ist allerdings noch, eine zweckmäßige Übersicht der einzelnen Farbenabstufungen zu geben und vor allem eine geeignete Auswahl der wichtigsten und ihrer Bezeichnung. Es wäre außerordentlich wünschenswert, daß Maler und Theoretiker des Kunstgewerbes sich der Lösung dieser Aufgabe unterziehen; dann wäre durch das Chromoskop diesem Mangel, der sich bisher auf vielen Gebieten, nicht allein denen der Farbenindustrie, empfindlich fühlbar gemacht hat, völlige Abhilfe geschaffen.

Dr. W. Haken.



Die Mondstationen.

Von Prof. F. K. Ginzel.

(Schluß.)

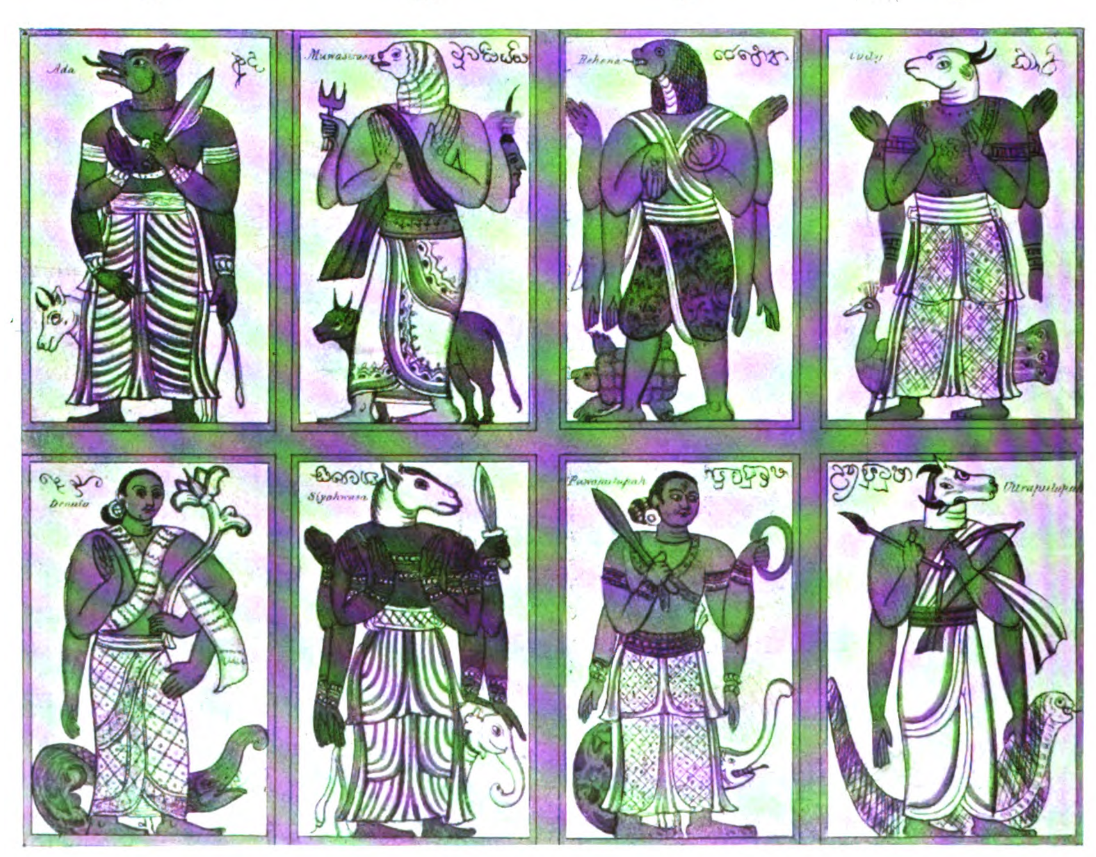
Noch auf einige Abweichungen der drei Systeme gegen einander sei aufmerksam gemacht. Die arabischen Stationen liegen, wie schon betont, ziemlich konsequent längs der Ekliptik, dem ungefähren Wege des Mondes (s. Karte Fig. 1); eine Ausnahme machen nur (26) erster fargh, (27) zweiter fargh und (28) al-hût, welche auf dem Äquator liegen; diese Abweichung haben sie aber mit den indischen XXIV, XXV und dem chinesischen 15. kuei gemeinsam. Die indischen nakshatra weisen mehrere völlig selbständige Anordnungen auf. Vor allem die Einbeziehung von Arktur (XIII svâti) und Wega (XX abhijit), zwei weit vom Mondwege abgelegenen Sternbildern, in die Mondstationen: bei abhijit ist die Aufnahme noch halbweg erklärlich, da diese Station eben später in die 27-Reihe eingeschoben wurde, um 28 Glieder zu erhalten: auch der Name des Regenten von abhijit, nämlich brahman, deutet auf spätere Zutat, da die Namen der übrigen nakshatra-Regenten viel älteren Ursprungs sind. Die Lage von XXVI revati (ζ Piscium) ist insofern erklärlich, da dieser kleine Stern für die altindische Astronomie von Bedeutung war; denn von diesem Punkte aus wurden die Längen der Planeten gerechnet und ein neues Zeitalter begann, als die Sonne dort den Frühlingspunkt inne hatte. Daß man den vom Mondwege ziemlich entfernten Orion (s. Karte, unten links) unter die Mondhäuser brachte, und

XXVIII XXVII



XXVI

IV III II I

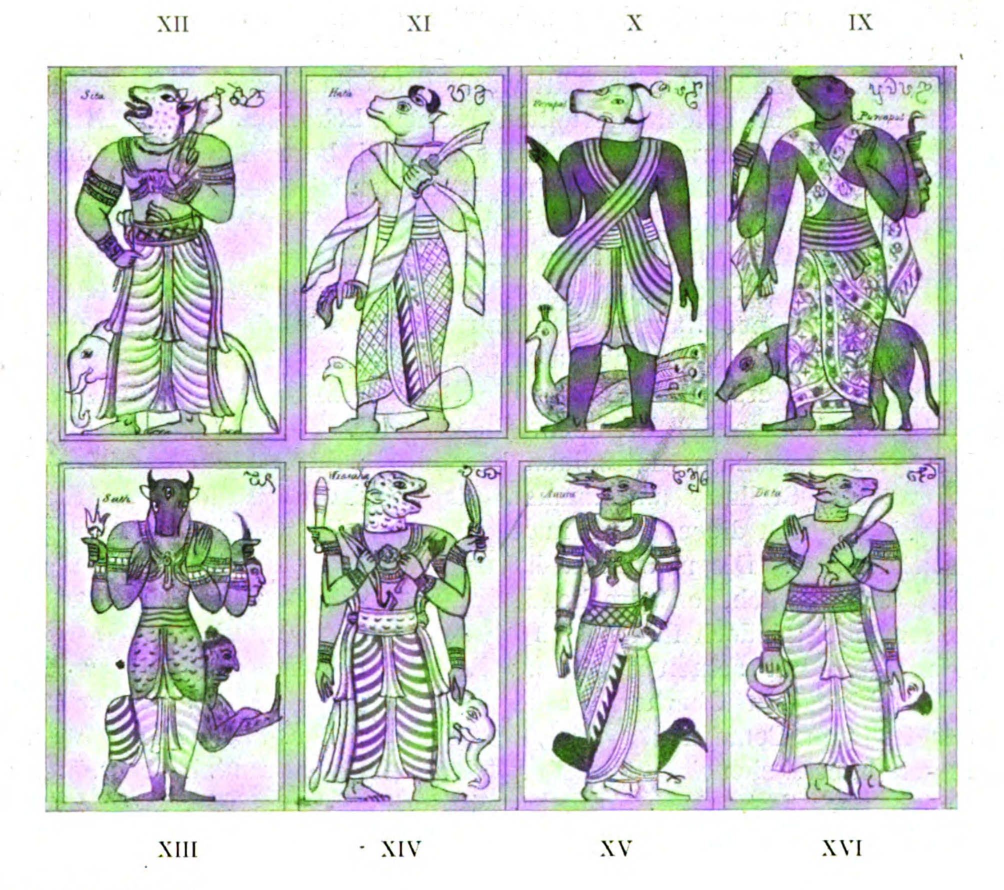


XXII XXIII XXIV XXV

Fig. 2. Personifizierung der 27 nakshatra

VIII VII VI V

XVII XVIII XIX XXI



nach Darstellungen auf Ceylon.

zwar die Inder den Kopf des Orion, die Chinesen aber das ganze Sternbild (21.ts'en), hat wahrscheinlich in mythologischen Begriffen seine Ursache: Orion war bei diesen Völkern der „gewaltige Jäger“, der „große Krieger“; ein solcher Herr mußte auch seinen Platz bekommen. Auffällig weit von der Ekliptik schweifen verschiedene chinesische Stationen ab, welche deutlich auf das Bestreben hinweisen, ihr System auf den Äquator zu gründen. Dies gilt namentlich von den sieu 24 lieu, 25 sing, 26 tschang und 27 yi, welche zur Zeit der Han-Dynastie (1. oder 2. Jahrh. v. Chr.), der vermutlichen Epoche der Organisation der chinesischen Mondhäuser, ganz auf dem Äquator lagen (gegenwärtig liegen sie beträchtlich südlich vom letzteren). Eine solche Vergleichung der Varianten, von welcher hier nur Andeutungen gegeben werden können, ist auch Bedingung bei den Untersuchungen über die Prioritätsfrage, natürlich nur dann, wenn diese mit dem nötigen Rüstzeug der zeitrechnerischen, astrologischen und mythologischen Kenntnis und nicht zuletzt der sprachlichen begonnen wird. Daß man dabei leicht auf eine schiefe Ebene rutschen kann, zeigt der in neuester Zeit von L. de Saussure unternommene Versuch, den chinesischen sieu wieder die Priorität unter den Mondstationen zuwenden zu wollen; diese Hypothese ist als unmöglich von H. Oldenberg abgelehnt worden.

Bei keinem Volke haben die Mondhäuser solchen Einfluß sowohl auf den Kalender wie auf das Privatleben gewonnen wie bei den Indern. Die Grihya-Sûtra (die Hausregeln der alten Vedaschriften) geben schon allerlei Anweisungen, wie man sich den Wirkungen des Mondes auf seinem Wege gegenüber zu verhalten habe. Unter einem bösen nakshatra geboren worden zu sein, ist eine schlimme Sache; daher muß allmonatlich nach der Geburt eines Sprößlings ein Gebet mit Opfer an die einzelnen nakshatra gerichtet werden, bis alle Mondstationen angefleht worden sind. Die erste Namengebung des Knaben muß mit Beziehung auf die nakshatra gewählt werden, bis das Kind seinen öffentlichen, mit Zustimmung der Priester erteilten Namen bekommt. Hochzeiten sollen unter günstigen nakshatra, wie im XIII svâti, bei bestimmten Vollmonden abgehalten werden. Der Totenfeier sind jene Mondstationen günstig, die den Vorfahren heilig sind, wie XIII svâti und XII chitrâ. Der Beginn des Studiums der heiligen Vedabücher soll anfangs der Regenzeit, wenn die Stationen XI hastâ oder XXI sravana eintreten, stattfinden. Der Anfang der Felderbestellung, die Grundsteinlegung eines Hauses, der Antritt einer Kasteiung, sogar das Haarschneiden sind an bestimmte nakshatra geknüpft. Als günstige Stationen gelten im allgemeinen die ersten 14, d. h. in die „lichte“ Hälfte des Monats (vom Neumonde bis zum Vollmonde) fallenden, jedoch stehen darunter auch einige ungünstige. Jedes nakshatra hat seinen besonderen Einfluß, namentlich je nach seiner zeitlichen Stellung am Himmel. Ein glückverheißendes Mondhaus ist z. B. II rohinî; durch dieses wird man reich an Geld und Gut und an Nachkommenschaft usw. Die nakshatra haben auch ihr Geschlecht: zum größten Teile sind sie weiblich, entsprechend der Legende, daß sie die Frauen des Mondes vorstellen; jedoch finden sich etwa 5 männliche und neutrale darunter. Jedes Mondhaus hat seinen Regenten: I. krittikâ den Regenten der heiligen Feuer, II. rohinî den Oberherrn aller Wesen, prajâpati, III. mrigasiras den Saft der heiligen Somapflanze (zu den Mondopfern) u. s. f. Diese alten Anschauungen haben sich im Laufe der Zeit vielfach gewandelt, bestehen aber im Prinzipe noch fort. Auch die Personifizierung der nakshatra, die Art der den einzelnen zugedachten Embleme usw. ist eine andere geworden. Fig. 2

zeigt die Personifizierung der 27 nakshatra, wie sie (aus mittelalterlicher Zeit) in Tempeln auf Ceylon vorkommt. Die Reihe beginnt, wie man sieht, mit âsvini (XXVII), läuft oben bis XII, dann unten bis XXVI zurück: das später von den Indern eingeschobene Mondhaus abhijit (XX) fehlt in der Reihe. Jeder Regent hat als Emblem ein Tier zur Begleitung. Bei VII âsleshâ sieht man, daß dasselbe noch ganz unter der alten Anschauung personifiziert ist: der Regent war die Schlange, darum erscheint im Bilde der Gott mit einer Schlange. Wie anderwärts personifiziert wurde, davon gibt Fig. 3 eine Vorstellung; dort ist aus einer nakshatra-Reihe in einer siwaitischen Pagode von Trichinopoly der böse Genius XXIII satabhishaj mit Stute und Rabe hervorgehoben. Eine Personifizierung durch die Tiere allein zeigt Fig. 4, ein Hinduzodiakus aus Choultry (Südostküste Indiens). Die 28 Mondhäuser laufen dort in der äußeren Reihe der Vierecke herum, die innere Reihe von 12 Vierecken stellt den Zodiakus (die 12 Tierkreiszeichen) dar, die 8 geometrischen Figuren



Fig. 3.
Das nakshatra XXIII in einer Pagode von Trichinopoly.

Fig. 4. Hindu-Zodiakus Choultry.

mit den Wagen sind die 6 Planeten und die beiden Mondknoten rahu und ketu (in welchen Punkten die letztgenannten Dämone lauern, um Sonne oder Mond bei Sonnen- resp. Mondfinsternissen zu verschlingen). — Man würde aber fehl gehen mit der Annahme, daß die nakshatra bloß eine solche astrologische Spielerei abgeben. Vielmehr bilden sie in der Hinduzeitrechnung ein so wichtiges Glied wie in unserm Kalender das Datum oder die Woche. Wie wichtig sie sind, geht schon daraus hervor, daß aus den 28 Namen der Stationen die Namen der Monate des indischen Jahres ausgewählt worden sind: chaitra, vaisâkha, jyeshtha, âshâdha usw. Ferner hat man die Jahre des sog. 12jährigen Jupiterzyklus — einer Periode, nach der datiert wird — nach nakshatra-Namen benannt. Die indischen astronomischen Werke lehren in umständlicher Weise die Zeit des Mondeintritts in die nakshatra zu berechnen und bei öffentlichen Akten, Schenkungen, Verträgen usw. wird die Datierung nach nakshatras benützt. Es heißt z. B., daß eine Schenkung im 155. Jahre der Sri-Harsha-Ära (761 n. Chr.) bei einem bestimmten tithi,[1]) unter dem Mondhause rohinî, in der dunklen Hälfte des Monats âshâdha stattgefunden habe. Man sieht daraus, daß die indische Art, ein Datum auszudrücken, zwar umständlicher, aber eigentlich genauer ist als unsere. — Die Chinesen benützen ihre sieu in ähnlicher, wenn auch bei weitem nicht in so systematischer Weise bei der Angabe von Ereignissen. Im Heu-han-schu heißt es z. B. betreff der Sonnenfinsternis vom 30. April 40 n. Chr., es sei „im Gemache der untergehenden Sonne bei 7 Grad“ gewesen, das ist in der Station 18 mao (Plejaden). Um 40 n. Chr. stand die Station mao bei 29° Rektaszension, also die Sonne (7° entfernt) bei 36°. Die Nachrechnung mit modernen Sonnentafeln gibt 35° Rektaszension. — Bei den Arabern sind die Mondstationen kein Aggregat der Zeitrechnung geworden. Aber sie wurden im Volke wenigstens zu rohen Bestimmungen (die vormohammedanische Zeitrechnung war sehr primitiv) benützt. Um die Zeit von Handlungen zu erkennen, die an ein und dieselbe Jahreszeit gebunden waren, achtete man auf die jährliche Rückkehr der Sternbilder und auf die Auf- und Untergänge gewisser Mondstationen.



Kleine Mitteilungen.

Die Darstellung von metallischem Radium ist Frau Curie und ihrem treuen Mitarbeiter Debierne auf elektrischem Wege gelungen. Das so merkwürdige Element Radium kannte man bisher nur in seinen Verbindungen mit Chlor oder Brom. Nach einem Vortrage, den Mme. Curie auf dem internationalen Kongresse für Radiologie und Elektrizität zu Brüssel gehalten hat, wurde zur Abscheidung des metallischen Radiums eine reine Radiumchloridlösung, als Kathode Quecksilber, als Anode Platiniridium angewendet.

Das so gewonnene Amalgam zersetzt sehr heftig Wasser. Es wurde getrocknet und das Quecksilber, zur Vermeidung von Oxydation, in einem Wasserstoffstrome aus dem Amalgam abdestilliert. Der Druck des Wasserstoffes mußte höher sein als jener des gesättigten Quecksilberdampfes, auch war ein besonderes Verfahren zur Herstellung des Wasserstoffes nötig, nachdem der durch die gewöhnlichen Methoden gewonnene Wasserdampf das Amalgam und das Metall angreift.

Die Destillation wurde sehr langsam durchgeführt. Die Hauptmenge des Quecksilbers destillierte bei 270° C. über, wobei das anfangs flüssige Amalgam fest wurde, um bei weiterer Erhöhung der

[1]) tithi ist der dreißigste Teil der Zeit zwischen den Eintritten zweier Neumonde. Ihre Berechnung bildet einen wichtigen Teil bei der Datierung resp. beim Entwurfe des Kalenders.



Temperatur auf 700° C. wieder zu schmelzen; das Metall begann sich sodann zu verflüchtigen und die Quarzrohrwände anzugreifen. In dem Schiffchen, in welchem das Amalgam in die Quarzröhre eingebracht worden war, befand sich fast reines Radium von glänzendem metallischen Aussehen. An der Luft wird das Radiummetall schwarz, es zersetzt Wasser sehr kräftig.

Die Destillation war aus einem reinen, vorher in Wasserstoff reduzierten Eisenschiffchen vorgenommen worden. Das metallische Radium haftete sehr fest an dem Eisen und mußte mit einem kleinen Meißel von diesem abgetrennt werden. Auf weißem Papier erzeugte das Radium einen schwarzen Fleck; es besitzt die seiner Menge entsprechende Radioaktivität.

E. Ebler gelang die Darstellung des Metallischen Radiums jetzt noch auf anderm Wege. Er benutzte die Stickstoffwasserstoffsäure, die mit den Erdalkalien Salze bildet, die beim Erhitzen in Metall und Stickstoff zerfallen. 9%iges Radium-Bariumbromid wurde in stickstoffwasserstoffsaures Salz umgewandelt, aus dem sich bei 180–250 Grad die Metalle Barium und Radium ausschieden.

Für die Messung der Radioaktivität überhaupt wurde kürzlich von Rutherford vorgeschlagen, ein internationales radioaktives Einheitsmaß festzustellen; für dieses kam der Name Curie in Betracht.

F. S. A.

* * *

Die Verbreitung der Funkentelegraphie hat ein Bericht zum Gegenstande der Erörterungen, den das Internationale Bureau der Telegraphenverwaltungen in Bern vor kurzem herausgegeben hat. Bis zum 15. März 1910 sind über 1000 Funkentelegraphenanlagen aufgeführt worden, von denen auf Großbritannien 311, Deutschland 279, Frankreich 167, Italien 36, Holland 36, Schweden 27, Österreich und Brasilien je 23, Dänemark 21, Japan und Norwegen je 17, Rußland 13, Belgien 11, Chile 10, Spanien 7, Rumänien 6, Portugal 5, Mexiko und Westindien je 4 usw. entfallen. Die größte Verbreitung hat dabei das deutsche Telefunkensystem mit 327 Anlagen. Es folgen Marconi mit 233, das englische System Lodge mit 15, das französische Rochfort mit 4 Anlagen, während 398 Anlagen aus unbekannten oder verschiedenen Systemen aufgeführt werden. Die vom Internationalen Bureau der Telegraphenverwaltungen herausgegebene Übersicht ist aber nicht vollständig, denn es fehlen insonderheit die Vereinigten Staaten von Amerika — dort ist die Funkentelegraphie außerordentlich stark verbreitet — sowie sämtliche Militär- und Marineanlagen. Allein die Deutsche Telefunkengesellschaft hat schon 196 feste Landanlagen, 410 Anlagen für Kriegsschiffe, 31 für Handelsschiffe, 63 fahrbare und 37 tragbare Militäranlagen geliefert.

* * *

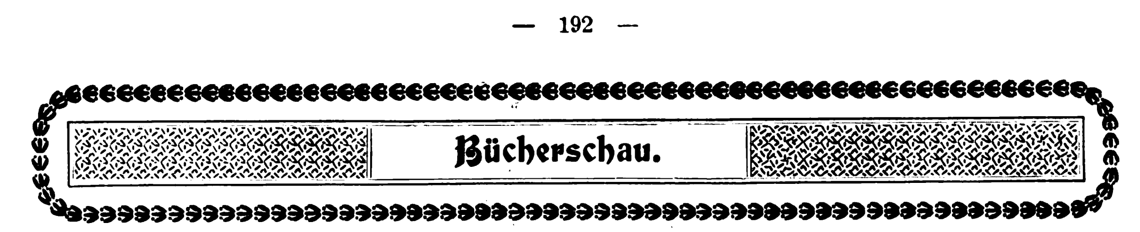
Über Erdbeben in Österreich im Mai 1910 berichtet Sieberg in der „Monatlichen Übersicht über die seismische Tätigkeit der Erdrinde", die nach den der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. E. zugehenden Nachrichten zusammengestellt wird.

Dieses Beben wurde am 11. Mai 1910 in Nieder-, Oberösterreich, Steiermark, Mähren und Böhmen bis zu den ungarischen Grenzgebieten hin verspürt. Es trat um 21^h 18^m ein und konnte bis nach Straßburg hin instrumentell verfolgt werden. Das Beben war im Semmering- und Wechsel-Gebiete, namentlich aber im Gloggnitz, am stärksten; hier fielen sogar Bilder und Figuren von den Wänden, Geschirre wurden durcheinander gerüttelt und in vielen Häusern entstanden Risse in den Mauern, was etwa dem 6.—7. Grade der Bebenintensitätsskala entspricht. Der Hauptherd des Bebens fällt also in die von Prof. Sueß schon seit langem erwiesene Erdbebenlinie, die sogenannte Mürzlinie, eine stark ausgeprägte Tiefenlinie der Erdrinde. Von hier aus wurde die seismische Energie auch auf die sogenannte Thermenlinie übertragen, die mit scharfem Abbruch des östlichen Teiles der nördlichen Kalkalpen gegen die inneralpine Senkung von Wien zusammenfällt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß das Beben auch in Wien ziemlich stark auftrat. In mäßiger Stärke griff es auch auf ungarisches Gebiet über. Prof. Trabert glaubt, daß die ganz abnormen Witterungsverhältnisse, die um die Zeit des Bebens geherrscht haben, darauf hindeuten, daß die wohl schon reife tektonische Spannung im Erdbebengebiete durch einen steilen barometrischen Gradienten ausgelöst sei. Am 12. Mai um 0^h 45^m gab es noch einige leichte Erschütterungen in Niederösterreich zu Sieding, Trattenbach und Stixenstein.

Eine eingehende Beschreibung dieses Erdbebens wird sich erst ermöglichen lassen, wenn alle wissenschaftlichen Berichte von den verschiedenen seismischen Stationen in Österreich vorliegen.

F. S. A.





Eine neue Vulkan- und Weltentstehungstheorie von Albert Lemme. Preis M. —,50. Verlag von Wilhelm Langguth, Eßlingen a. N.

Der Verfasser, der sich mit seinen Ausführungen auf die neuesten Entdeckungen der Wissenschaft stützt, führt den Vulkanismus auf chemische Prozesse in der Erdrinde zurück und kommt dann in seinen weiteren Folgerungen bezüglich des Zustandes unserer Erde zu dem Schluß, daß diese nicht in der Erkaltung, sondern gerade umgekehrt, in der langsam fortschreitenden Erwärmung begriffen sei. Damit stellt er sich allerdings in einen direkten Gegensatz zu dem, was die Wissenschaft auf dem Gebiete der Geologie bisher gelehrt hat. Die Broschüre ist ein teilweis berichtigter, in übersichtlicher Form gefaßter Auszug des von demselben Verfasser veröffentlichten Buches „Eine neue Vulkantheorie" (Wilh. Langguth, M. 2,—). Sie ist bestimmt, seine Ideen in weiteren Kreisen bekannt zu machen.

* * *

Spektroskopie von Dr. L. Grebe, Assistent am Physikal. Institut der Universität Bonn. Mit 62 Figuren im Text und auf 2 Doppeltafeln. Aus Natur und Geisteswelt, Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen. 284. Band. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig, 1910.

Die Darstellung der Spektroskopie in populärer Weise kann als wohlgelungen hingestellt werden. Sie zergliedert sich in die vier Hauptabschnitte: Geschichte der Spektroskopie — Spektroskopische Apparate — Methodenergebnisse spektroskopischer Forschung — und Anwendung der Spektroskopie. Letztere zerfällt wieder: 1. in die Astrophysik: Das Sonnenspektrum im allgemeinen — Die Spektren einzelner Teile der Sonne — Die Spektren der Sterne — Spektroskopische Messung der Bewegung an Himmelskörpern. — 2. in sonstige Anwendung der Spektroskopie: Messung hoher Temperaturen — Spektroskopie und Beleuchtungstechnik. Zum Schluß gibt der Verfasser einige Anwendungen der Spektroskopie auf verschiedenen Gebieten.

* * *

Publikationen (vorm. Beobachtungen) der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte zu Jurjew (Dorpat). Herausgegeben von Prof. K. Pokrowski, Direktor der Sternwarte. Dorpat, 1910.

Wir geben hier den Inhalt von Heft III des 21. Bandes wieder. A. Orloff: Neue Formeln zur Bahnbestimmung der Kometenschweifmaterie nebst Anwendung auf den Kometen 1908c (Morehouse) (Russisch). — A. Orloff: Die Bestimmung der Masse des Systems Erde-Mond aus geodätischen Messungen (Russisch). — E. Schoenberg: Die Methode gleicher Zenitdistanzen symmetrisch zum ersten Vertikal und ihre Anwendung zur Bestimmung der Polhöhe von Dorpat im Frühjahr 1909 (Deutsch). Die Polhöhe ist für 1909,33 auf $58^0\ 22'\ 47''.14 + 0''.02$ bestimmt worden.

Der 22. Band enthält: Bearbeitung der von W. Struve am Dollondschen Durchgangsinstrument der Dorpater-Sternwarte während der Jahre 1818 bis 1822 angestellten Beobachtungen ausgeführt durch L. Struve. Angabe des Inhalts: I. Die Beobachtungen des Jahres 1882. II. Die Einzelpositionen. III. Die Instrumentalconstante N. IV. Die Uhrcorrectionen. V. Katalog der Rectascensionen von 1716 Sternen für die Epoche 1820,0, nach den Beobachtungen von W. Struve. VI. Beschreibung der Bearbeitung — Historisches — Das Instrument und der Beobachtungsraum — Die Fadendistanzen — Die mittleren Fehler der beobachteten Fadenantritte — Die seitliche Biegung des Fernrohrs — Der Collimationsfehler — Erste Berechnung der N und der Uhrcorrectionen — Die zur Berechnung der definitiven Uhrcorrectionen benutzten Sternpaare und Fundamentalsterne — Die bei der Ausgleichungsrechnung benutzten Formeln — Die Rectascensionsdifferenzen der Sternpaare — Untersuchungen über die Instrumentalconstante N — Untersuchungen über systematische Unterschiede zwischen den Beobachtungen zu beiden Seiten des Zenits — Die mittleren Fehler und Gewichte der Uhrcorrectionen — Ableitung der definitiven Rectascensionen der zur Bestimmung der Uhrcorrectionen dienenden Sterne — Ableitung der Rectascensionen der Polsterne — Unterschied zwischen den Beobachtungen in beiden Culminationen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 13. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1911 (Erstes Aprilheft)**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.— Bei Wiederholungen Rabatt. Beilagen nach Gewicht.

INHALT

G. J. F. Schrader und seine Spiegelteleskope.

Von Dr. H. Clemens.

Die allgemeine Anwendung, welche in neuerer Zeit der bisher gegen den Refraktor etwas zurücktretende Reflektor wieder zu finden beginnt, rechtfertigt den Versuch, im nachfolgenden eine wenig gekannte Episode aus der Geschichte desselben in Deutschland zur Kenntnis weiterer Kreise zu bringen.

Die außerordentlichen Entdeckungen, die der geniale Wilhelm Herschel dank der bis dahin unerhörten Schärfe und Lichtfülle seiner Spiegelteleskope Schlag auf Schlag am Himmel machte, regten damals in der ganzen gebildeten Welt den Wunsch an, im Besitze gleich mächtiger Hilfsmittel die neuen Wunder zu schauen und womöglich ähnliche Erfolge zu erringen. Es erfolgte eine plötzliche und allgemeine Zunahme des Interesses für astronomische Beobachtungen, und bald konnte Herschel den überaus zahlreichen Bestellungen auf Teleskope von seiner Hand, die aus aller Herren Ländern bei ihm einliefen, kaum noch entsprechen, obgleich die Zahl der von ihm gelieferten Spiegel in die Hunderte ging. Zugleich wurden an mehreren Orten mit großem Eifer Versuche unternommen, in der Anfertigung derartiger Instrumente das große Vorbild zu erreichen oder gar zu übertreffen, vor allem in Deutschland und Frankreich.

In Frankreich hatte bereits 1772 ein gewisser Noël auf Kosten Ludwigs XV., der mehr als 500 000 Lires dafür hergegeben haben soll, einen Cassegrainschen Reflektor von 24′ Brennweite und $22^1/_2$″ Öffnung zustande gebracht, der unter den Herrschaften am Hofe zu Versailles viel Aufsehen erregte. Wie es aber um die optischen Eigenschaften dieser Röhre stand, beweist wohl am besten der Umstand, daß Lalande vom Verfertiger nicht die Erlaubnis erhalten konnte, dadurch einmal den Jupiter anzuschauen. „Denn," sagte Noël, „wenn Sie das

Teleskop gut finden, vermehren Sie meinen Kredit nicht, da ich so schon alles erhalte, was ich verlange; finden Sie es aber schlecht, so können Sie mir viel schaden." Es war offenbar ein Instrument von der nicht ganz seltenen Art, die mehr zum Ansehen als zum Durchsehen bestimmt ist, und kam in wissenschaftlicher Beziehung jedenfalls nicht in Frage. — Nach Herschels Auftreten gab sich besonders Lalande unendliche Mühe, England zu übertrumpfen. Mit Hilfe von Rochon und Carrochez wurde zunächst dieses Noëlsche Instrument — Noël selbst war inzwischen verstorben — wieder vorgenommen und möglichst verbessert, und bald ging es an den Bau neuer von ähnlichen Dimensionen. Aus der Durchsicht der zahlreichen Notizen, mit denen Lalande u. a. in seinem ausgebreiteten Briefwechsel über seine Bestrebungen und Erfolge nicht sparsam ist, erhellt jedoch für den unbefangenen Leser, daß keiner der Versuche wirklich das gewünschte Resultat gezeitigt hat. Trotz der bedeutenden staatlichen Mittel, die zur Verfügung standen, kam kein größeres Spiegelfernrohr zustande, das den Vergleich mit den englischen irgendwie ausgehalten hätte. Teils mag die Ursache in der damaligen Überhäufung der französischen Astronomen mit anderen wichtigen Arbeiten liegen, teils mochten die unruhigen Zeiten dem Auftreten von Männern zuwider sein, die, wie fast 100 Jahre später ebendort bei der Konstruktion der photographischen Refraktoren die Gebrüder Henry, die erforderlichen theoretischen und praktischen Kenntnisse mit einem ungewöhnlichen Maße von Ausdauer und Beharrlichkeit verbanden; nicht zum mindesten aber verführte der Wunsch, sogleich Niedagewesenes zu schaffen, zu Phantastereien. Anders darf man wohl den Plan, einen Reflektor von 60′ Brennweite und 6′ Öffnung — Herschels als Frucht allmählich steigender Entwicklung entstandenes Riesenteleskop hatte 40′ bezw. 4′ — mit einem Spiegel aus Platin zu bauen, angesichts des damaligen Standes der ganzen Technik nicht bezeichnen.

In Deutschland hatten bereits um die Mitte des 18. Jahrhunderts herum beachtenswerte Versuche stattgefunden, leistungsfähige Spiegelteleskope herzustellen. Der sächsische Erbmarschall Graf v. Loeser brachte solche von 7′ Brennweite und etwa 9″ Öffnung zustande, die immerhin brauchbar gewesen zu sein scheinen, wenn auch die darüber vorliegenden Angaben zur Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit nicht ausreichen. Ebenso fertigte der rühmlichst bekannte Augsburger Mechaniker Brander solche bis zu 4′ Brennweite an, die er mit seinen geschätzten Glasmikrometern versah. Vielleicht bringt das der Geschichte der Optik und Mechanik jetzt von verschiedenen Seiten dargebrachte lebhaftere Interesse eines oder das andere dieser alten Werke wieder zum Vorschein. Einen gewaltigen Aufschwung aber nahm dieser Zweig der praktischen Optik auch hier infolge von Herschels Auftreten, und zwar ohne jede staatliche Unterstützung durch den Eifer, die Opferwilligkeit und die Geschicklichkeit zweier für die Wissenschaft begeisterter Männer, des Oberamtmanns Schröter zu Lilienthal bei Bremen und des Professors Schrader in Kiel. Während aber Schröters Bestrebungen und Erfolge bei Mit- und Nachwelt die verdiente Würdigung fanden, ist das Andenken an den nicht minder wichtigen Anteil Schraders selbst in Fachkreisen gänzlich verblaßt. Es erscheint daher als eine Pflicht der Billigkeit, wenn wir im Folgenden etwas näher auf denselben eingehen und die sehr zerstreuten Nachrichten über den merkwürdigen Mann, soweit sich dieselben aufspüren ließen, zu einem neuen, wenn auch lückenhaften Gesamtbilde vereinigen.

Gottlieb Johann Friedrich Schrader wurde am 23. September 1762[1]) zu Salzdahlum als Sohn des damaligen Herzoglich braunschweigischen Salzverwalters (wie wir jetzt deutsch sagen „Salinendirektors") Burchard Johann Heinrich Schrader geboren. Den Keim seiner späteren Vorliebe für Technik und Mechanik hat der Knabe wohl schon im Elternhause empfangen, denn Schrader (der Vater), der später Besitzer des Salzwerks zu Oldesloe war, wirkte selbst in dieser Richtung und legte z. B. der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen eine mit Beifall aufgenommene Schrift über die Verbesserung des Gradierens vor. Schrader der Jüngere, wie unser Held meist zum Unterschiede von einem 12 Jahre älteren, als Professor der Rechte in Kiel zu großem Ansehen gelangten Bruder genannt wurde, war nach Vollendung seines Studiums zunächst 1783 bis 1787 Lehrer am Carolinum zu Braunschweig, habilitierte sich 1791 als Privatdozent in Kiel, wohin 1789 auch Vater und Bruder übergesiedelt waren, und lehrte bis 1798 an der Universität Mathematik und Physik. Ostern 1798 folgte er einem Rufe als Professor und Aufseher des physikalischen Apparates der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Petersburg, vertauschte diese Stelle später mit der eines Gehilfen des Professors am pädagogischen Institut und lebte seit 1817 daselbst als Privatmann. Einsilbigkeit und Zurückgezogenheit scheinen von Anfang an in seinem Wesen gelegen zu haben und durch eine früh sich einstellende Schwerhörigkeit zuletzt bis zu völliger Menschenscheu gesteigert zu sein.

Literarisch betätigte sich Schrader bereits früh. Außer einem „Grundriß der Elementar-Naturlehre nach den neuesten Entdeckungen" (Hamburg 1797), der mehrere Auflagen erlebte, sei hier nur erwähnt sein „Versuch einer neuen Theorie der Elektrizität, welche auf Grundsätzen des neuen Systems der Chemie beruht" (Altona 1796). Die großartigen Entdeckungen auf dem Gebiete einerseits der Elektrizität durch Galvani und seine Nachfolger, andererseits der Chemie durch Lavoisier, Scheele, Priestley u. a. m. hatten damals einen Zustand sich förmlich überstürzenden Fortschritts gezeitigt, der mit dem in jüngster Zeit durch das Auffinden neuer Strahlungen und neuer wunderbarer Elemente geschaffenen füglich in Parallele gestellt werden kann. Es galt, wie jetzt durch die Ionentheorie, die chaotische Fülle der Erscheinungen von einem Gesichtspunkte aus in Ordnung und Verbindung zu bringen. Der Versuch Schraders sei hier nur deshalb erwähnt, weil er beweist, daß seinem Urheber auch das Bedürfnis spekulativer Erkenntnis nicht fremd war und er nicht etwa in mechanischer Tätigkeit völlig aufging.

Im Winter 1791/92 begann Schrader seine Versuche in der Herstellung von Teleskopspiegeln. Obwohl ihm jede Kenntnis des praktischen Verfahrens beim Gießen und Schleifen zunächst abging, gelang es seinem unverdrossenen Eifer doch bald, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Schon im Frühjahr 1792 vermochte er einige wohlgelungene Spiegel als Beweis seiner Geschicklichkeit aufzuweisen. Das nächst Erforderliche war nun, durch Verbindung mit einer Sternwarte das Erreichte nutzbar zu machen und für weitere Fortschritte Richtpunkte zu erhalten. In Kiel selbst stand es gegen Ende des 18. Jahrhunderts mit der ausübenden Astronomie recht kümmerlich. Es gab zwar Dozenten für

[1]) Die in allen Lebensbeschreibungen, u. a. auch in Poggendorfs biographischem Lexikon sich findenden Angaben 1762 Sept 11 und 1763 Sept. 17 sind beide falsch. Ich verdanke die oben angeführte richtige Herrn Pastor Försterling in Salzdahlum, der auf meine Bitte die Freundlichkeit hatte, das Kirchenbuch nachzuschlagen.



dieses Fach und ein Turm auf der Vorderseite des Schlosses war zu astronomischen Beobachtungen eingerichtet, aber wie ein Durchreisender erzählt, „riet die Baufälligkeit desselben, lieber auf glatter Erde zu bleiben". Die Förderung, die von dieser Seite nicht zu erwarten war, suchte und fand Schrader in Lilienthal.

Hier, am Ufer der still das Teufelsmoor durchschleichenden Wörpe, hatte der churfürstlich hannoversche Oberamtmann Johann Hieronymus Schröter seit zehn Jahren mit einer Begeisterung und Opferwilligkeit, die ihresgleichen sucht, der Himmelsforschung eine Stätte errichtet, welche damals die Blicke der gebildeten Welt ebenso auf diesen abgelegenen Erdenwinkel zog, wie es in neuester Zeit durch die künstlerische Eigenart der im benachbarten Worpswede blühenden Malerkolonie geschieht. Ein höchst anziehendes Bild von dem Treiben auf der Lilienthaler Sternwarte, wo der gestrenge Herr Oberamtmann am Tage gestiefelt und gespornt seinen juristischen Berufsgeschäften, seiner Landwirtschaft und der Urbarmachung des Moores nachging, um die Nächte dem Studium des Himmels zu weihen, vermittelt uns ein Aufsatz von Schumacher[1]), auf den hiermit verwiesen sei. Hier sei daraus nur noch des bedeutsamen Einflusses gedacht, den der im benachbarten Bremen wohnende Olbers durch Rat und Tat auf die Lilienthaler astronomischen Arbeiten ausübte.

Schröter besaß bereits in zwei Teleskopen von 4′ und 7′ Brennweite aus den Meisterhänden Herschels selbst Instrumente von optischer Kraft, wie sie zur Zeit kein anderer Astronom in Deutschland aufzuweisen hatte. Während nun aber eben damals Meinungsverschiedenheiten zwischen ihm und Herschel, besonders über Venusbeobachtungen, in ihm den Wunsch erregten, noch kräftigere Sehwerkzeuge zu besitzen, so hinderten doch gerade sie deren weiteren Bezug aus derselben Quelle, ganz abgesehen von den Kosten, die schon für den Siebenfüßer mehr wie 600 Taler betragen hatten und bei größeren Abmessungen die Mittel eines Privatmanns überstiegen. Für den Lilienthaler Astronomen konnte also nichts erwünschter sein als die Nachricht, die ihm Schrader alsbald von seinen erfolgreichen Bemühungen auf diesem Felde machte, und er lud ihn sofort ein, dieselben in Lilienthal unter seiner Beihilfe in ausgedehnterem Maße fortzusetzen. Im Frühjahr 1792 erhielt Schrader, der zur selben Zeit zum außerordentlichen Professor ernannt war, von der dänischen Regierung den nötigen Urlaub und eine Reiseunterstützung von 200 Talern und hielt Anfang Mai seinen Einzug in das Amtshaus an der Wörpe.

Nun entwickelte sich hier in wirklich beispiellos kurzer Zeit eine optische Werkstätte, die weit über Deutschlands Grenzen hinaus gerechtfertigtes Aufsehen erregte. Unterstützt von Schröter und dessen Gärtner Harm Gefkens, einem technischen Original, brachte Schrader in den nächsten Monaten in schneller Steigerung eine Reihe von Spiegeln für Teleskope von 7, 10, 12 und 13 Fuß Länge zustande, die sofort auf ihre Brauchbarkeit geprüft wurden. Ein Teleskop von 7 Fuß mit Spiegel von $6^1/_3$″ Durchmesser behielt Schröter selbst, ein gleiches kaufte auf das Gutachten von Olbers hin alsbald die Museumsgesellschaft in Bremen für 320 Taler, das zwölffüßige kam im nächsten Jahre für 1200 Taler an die Sternwarte in Kopenhagen, die damals noch auf dem bekannten runden Turm untergebracht war, und das dreizehnfüßige wieder von $9^1/_2$″ Öffnung bildete lange Zeit das Lieblingsinstrument Schröters, seinen

[1]) Herm. A. Schumacher: Die Lilienthaler Sternwarte. Festschrift zur Feier des fünfundzwanzigjährigen Bestehens des naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen. S. 39 bis 170. Bremen 1889.

„teleskopischen Koloß, den größten und stärksten in Deutschland", wie er in seiner Herzensfreude Anfang 1793 an Bode schreibt. Eine Vergleichung mit einem Dollondschen Refraktor von $3^3/_4$" Öffnung und 10' Brennweite ergab einige Jahre später, daß dieser sich zum Reflektor verhielt „wie Dämmerung zum hellen Tage".

Aber noch ehe dieser ganz vollendet war und noch während der Anwesenheit Schraders, die sich bis Anfang 1793 hinzog, gingen die beiden Unermüdlichen an die Konstruktion eines alle genannten weit in den Schatten stellenden Instrumentes. „Nach verschiedenen, mit beträchtlichen Kosten verbundenen Versuchen," schreibt Schröter in dem oben erwähnten Briefe an Bode, „ist in Lilienthal der Guß eines 24-füßigen Spiegels, von einem dauerhaften und schönen Metall, gegen $18^1/_2$" engl. im Durchmesser und etwa einundeinhalb Zentner schwer, zustande gebracht und sehr gut gelungen. Fünf Wochen lang ist er fast Tag und Nacht in seiner Figur aus dem Groben bearbeitet und wird seit ein paar Tagen in seinem zweckmäßig und zuverlässig vorgerichteten Maschinenwerke lävigiret. Indes sind die Kosten für einen Privatmann zu beträchtlich und ich werde die weitere Bearbeitung sehr langsam fortgehen lassen." Diese angesichts der offenbar ganz bedeutenden im Jahre 1792 von Schröter aufgewendeten Mittel höchst plausible Rücksicht auf den Geldbeutel scheint indessen sehr bald gegen das Verlangen, das Instrument vollendet zu besitzen, in den Hintergrund getreten zu sein, denn Ende 1793 war das Werk so weit vorgeschritten, daß die ersten Beobachtungen damit beginnen konnten. Ein zweiter Spiegel von 27' Brennweite zur Auswechselung kam bald darauf hinzu und der Übereinstimmung wegen wurde auch der erste nochmals umgeschliffen und auf dieselbe Fokallänge gebracht. Der Beschreibung dieses Telescopium Newtonianum XXVII pedum constructum Lilienthalii 1793[1]) von Schröter ist umseitige Abbildung (Fig. 1) entnommen. Es ist über hundert Jahre das größte Spiegelteleskop geblieben, das jemals in Deutschland aufgestellt wurde, und erst 1906 durch das auf dem astrophysikalischen Institut Königstuhl bei Heidelberg aufgestellte von 72 cm Spiegelöffnung und der den Anforderungen der Neuzeit entsprechenden geringen Brennweite von 2,82 m aus der Werkstätte von Zeiß in Jena von diesem Range verdrängt worden.

Zum Verständnis wird es genügen, darauf hinzuweisen, daß die beiden oberen, mehrfach miteinander verbundenen und eine Plattform bildenden Querbalken sich um eine feste, in dem turmartigen Gebäude stehende eichene Tragsäule, an der oben auch die Pendeluhr ihren Stand gefunden hat, im Azimut drehen lassen, wobei ihr weit hinausragendes linkes Ende von einem auf kreisförmiger Bahn fahrbaren Gerüst unterstützt wird. Zwischen zwei schräg herabgehenden parallelen Streben auf dieser Seite läßt sich das den Spiegel enthaltende, durch Gegengewichte an Seilen fast ausbalanzierte Ende des Fernrohrs mittelst eines Flaschenzuges im Groben heben und senken. Das Okularende ruht auf einer Säule auf der Plattform, welche Schraubenvorrichtungen zu seiner senkrechten und wagerechten Feinbewegung besitzt. Die beiden Haufen Ziegelsteine auf der rechten Seite der oberen Querbalken dienen dazu, den Schwerpunkt des Ganzen möglichst in die mittlere Tragsäule zu verlegen und das Fahrgerüst zu entlasten. In dem kleinen Häuschen findet der horizontal in das Okular schauende Beobachter einigen Schutz gegen den Wind.

[1]) Joh. Hier. Schröter, Aphroditographische Fragmente. Helmstedt 1796.



Das Aufsehen, das dieses Riesenteleskop machte, war groß, und, wenn wir billig sein wollen, durchaus gerechtfertigt. Mochte es später bei der Anwendung nicht die Erwartungen erfüllen, die darauf gesetzt waren, so ist dieses Schicksal noch manchem Riesenfernrohr älterer und neuerer Zeit widerfahren. Die Schwierigkeit, mit einem nach unserer heutigen Anschauung so ungefügen Gerüst im Klima der Nordseeküste unter freiem Himmel zu beobachten, mochte den Gewinn, den seine optische Kraft bot, illusorisch machen, sie gibt uns aber kein Recht, diese optische Leistungsfähigkeit, die es nach dem Zeugnis des nichts weniger wie selbstzufriedenen oder ruhmredigen Schröter bei seiner Fertigstellung besaß, anzuzweifeln. „Nach wiederholten Versuchen", schreibt er, „ist die Gestalt des Spiegels so genau gelungen, daß Rand- und Kernstrahlen pünktlich in Eins zusammenfallen." Der Fortschritt von den ersten durchaus dilettantischen Versuchen Schraders im Winter 1791/2 bis zur vorläufigen

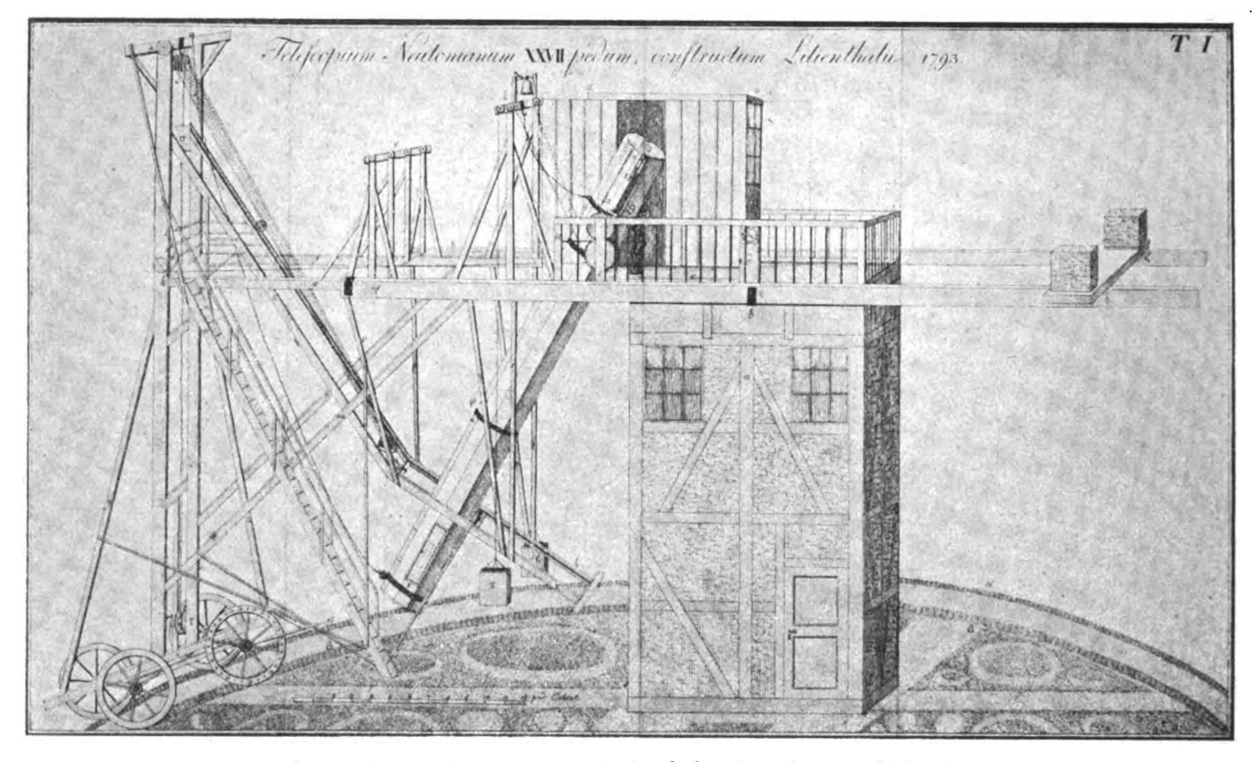


Fig. 1. Das 27-füßige Newtonische Spiegelteleskop zu Lilienthal.

Fertigstellung des Instruments Ende 1793 und zur endgültigen im Mai 1794 ist derartig rapid, daß er allen Beteiligten zur höchsten Ehre gereichen muß. Mit Recht hat daher auch einer der beiden Spiegel von 48 cm Durchmesser, die später an die Göttinger Sternwarte kamen, in letzter Zeit einen Platz im Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik zu München gefunden.

Während Schröter und sein getreuer Gefken ihre von Schrader geweckten Fertigkeiten im Schleifen und Polieren des großen Spiegels übten, war jener selbst wieder in sein Amt nach Kiel zurückgekehrt. Zwar hätte Schröter bald darauf seine Hilfe gern wieder gehabt und versuchte die Mitwirkung von Olbers zu gewinnen, um die finanziellen Schwierigkeiten, unter denen der Kieler Professor litt, zu heben, allein Olbers verhielt sich recht zurückhaltend. „Was den Vorschlag betrifft", schreibt er zurück, „dem Herrn Professor pekuniär

noch gemeinschaftlich zu helfen, so gestehe ich Ihnen, daß ich bei ihm das Geld keineswegs für sehr sicher halte, da die Geldnot 1796 bei ihm noch ebenso groß sein wird wie jetzt. Sind Sie indeß doch der Meinung, ihm 50 Thlr. darleihen zu wollen, so will ich 50 Thlr. mit hergeben und die 100 vorschießen; haben Sie aber von seiner Sicherheit Opinion, so cavieren Sie für die 100 Thlr., ich will sie gern ohne Zinsen auf 2 Jahre an Schrader leihen." Aus der Sache ist, wie es scheint, nichts geworden.

In Kiel setzte Schrader seine Anfertigung von Teleskopen fort und scheint damit ziemlichen Absatz gehabt zu haben. Das Berliner astronomische Jahrbuch für 1796 enthält eine Art Preisliste seiner Instrumente, die etwa für 1793 gilt. Danach kostete 1. ein zweifüßiges von $2^1/_2$" engl. Öffnung mit vollständigen Okularen 90 Thlr., 2. ein dreifüßiges von $3^1/_2$" Öffnung nebst 6 Okularen 150 Thlr., 3. ein vierfüßiges von $4^1/_2$" Öffnung 280 Thlr., 4. ein siebenfüßiges von $6^1/_3$" Öffnung 400 Thlr.; Stativ und Rohr aus Mahagoniholz, Einrichtung nach Newton. Ein bemerkenswerter Fortschritt scheint ihm dabei bald in der Vergrößerung des Verhältnisses von Öffnung zu Brennweite gelungen zu sein. Während die eben erwähnten Ausmessungen noch das damals allgemein, auch von Herschel innegehaltene Verhältnis aufweisen, kündigt Schrader 1794 Teleskope von $6^1/_2$" Öffnung und nur 4' Länge bezw. Brennweite an, die noch eine dreihundertfache Vergrößerung geben sollten, und macht in einem Briefe an Bode auf die bei dieser Konstruktion sehr gesteigerte Schwierigkeit in der genauen Formgebung des Spiegels aufmerksam. Vielleicht kommt eines dieser Instrumente noch einmal zum Vorschein.

In befremdlichem Widerspruch zu der oben angedeuteten Geldnot Schraders steht nun ein recht kostspieliges Unternehmen von ihm, das er bald nach seinem Scheiden aus Lilienthal in Angriff genommen haben muß. Er baute nämlich seinerseits in Kiel ebenfalls ein Riesenteleskop, und zwar ungefähr von denselben Dimensionen wie das Schrötersche. Bereits 1794 gab er eine Beschreibung[1]) davon heraus, der umseitige Abbildung (Fig. 2) entnommen ist. Ihr seien hier nur einige Worte zur Erläuterung des auch in Fachkreisen fast völlig verschollenen Werkes beigefügt.

Das vielfach verstrebte und in sich verbundene untere Balkengerüst trägt ein sechseckiges „Kabinet" *H*, um den damaligen Ausdruck zu gebrauchen, welches sich mit Hilfe des durch Haspel *n* gedrehten Triebes *g* und des festliegenden großen Zahnkranzes in Azimut drehen läßt. Die ganze Last der Vorrichtung ruht dabei auf dem metallenen Lager *c*, in das der untere, ebenfalls metallene Endzapfen der zentralen Tragsäule *bb* eingreift. Das drehbare Häuschen trägt links das Newtonsche Teleskop mit seiner Maschinerie, wobei nach der von Herschel stammenden, wie wir sahen, auch von Schröter übernommenen und überhaupt damals allgemein angewandten Einrichtung die grobe Einstellung in Höhe durch Heben und Senken des Spiegelendes des Fernrohrs in einer Schienenführung mittels Flaschenzugs erfolgte (siehe die Winde *tt*), während die feinere durch eine sauber gearbeitete Zahnstangenwinde, eine sogenannte Wagenwinde geschah, die das offene Ende des Rohres stützte und vom Beobachter in situ vor dem Okular betätigt werden konnte. Ein Horizontalsupport auf dieser Winde gestattete zugleich die Feinbewegung in Azimut. Die zu dem oben beschriebenen Schröterschen Reflektor gehörige Vorrichtung

[1]) Schleswig-Holsteinische Provinzialberichte, VIII. Heft 4, 1794.



dieser Art, wahrscheinlich aus der Werkstätte von Drechsel in Hannover, befindet sich noch auf der Göttinger Sternwarte. Ihre höchst saubere Ausführung wie ihr durchaus sanfter Hang lassen nichts zu wünschen übrig und beweisen, daß da, wo es darauf ankam, auch bei diesen so cyklopisch anmutenden Mechanismen die Feinmechanik ihr Recht fand. Doch zurück zu dem Schraderschen Reflektor. Der Beobachter saß also oben auf der umgitterten Plattform und blickte horizontal in das auf der Rückseite des Rohres zu denkende Transversalokular: unmittelbar zu seiner Rechten befanden sich Feinbewegung *q* in Azimut und Höhe, dicht hinter ihm die grobe Einstellung in Höhe *tt*, und nur,

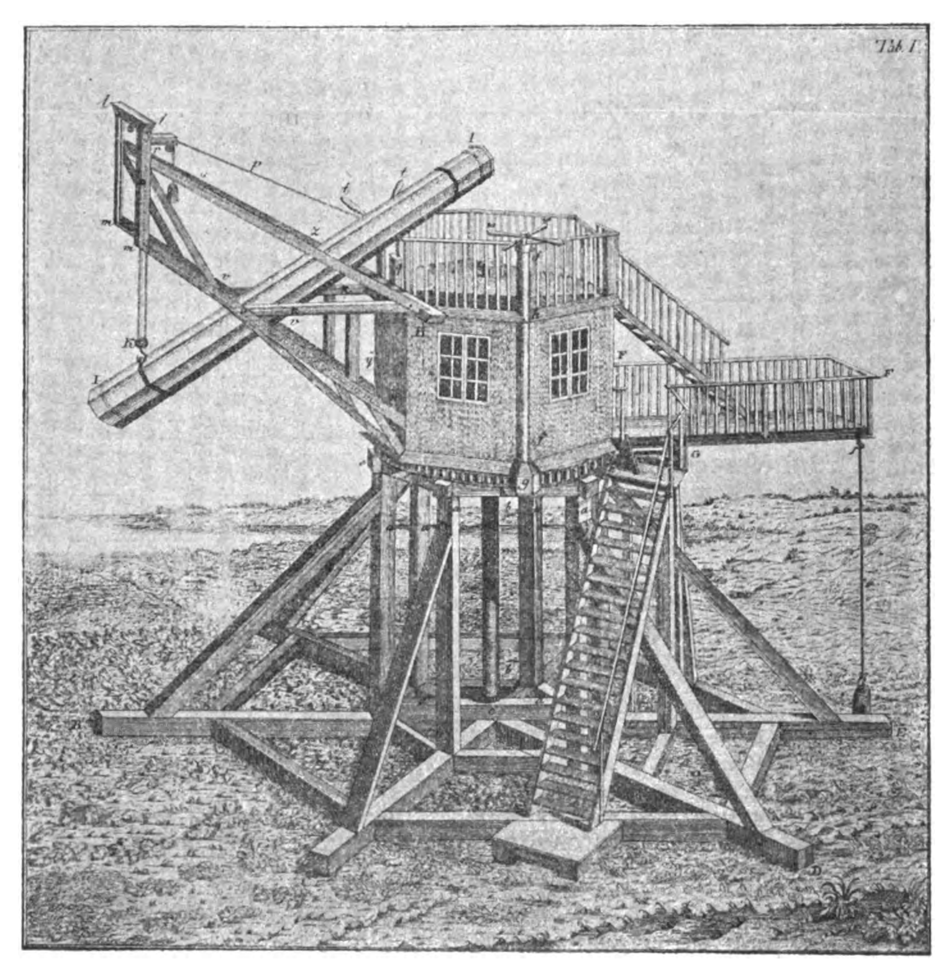


Fig. 2. Das 26-füßige Spiegelteleskop von Schrader unweit Kiel.

wenn die horizontale Feinbewegung zu Ende ging, was im ungünstigsten Falle nach etwa einer Viertelstunde eintrat, hatte er sie zurückzuschrauben und seinen Sitz zu verlassen, um am Haspel *n* die ganze Maschinerie im Azimut nachzudrehen.

In ganz geschickter Weise sind hier die oben zur Plattform führende Treppe und der Balkon *FF*, die sich beide mit dem Oberteil *H* drehen, als Gegengewicht gegen das Fernrohr und sein Traggerüst benutzt. Der rechts herabhängende Strick dient nur dazu, bei Nichtgebrauch das Oberteil gegen eine unerwünschte Drehung durch den Wind zu sichern und es in einer zugänglichen Stellung in bezug auf die feste untere Treppe zu erhalten. Bemerkt sei übrigens,

daß sich der dazu gehörige Reflektor von 26′ Fokallänge zur Zeit der Beschreibung 1794 noch nicht an seinem Orte befand, sondern vorläufig durch einen kleineren, aber immerhin recht stattlichen von 13″ Öffnung und 16′ Länge vertreten wurde.

In mechanischer Beziehung scheint die Schradersche Bauart des Beobachtungsgerüstes, bei der offenbar die bereits vielfach bewährte Konstruktion der holländischen Windmühlen zugrunde liegt, vor der Schröterschen den Vorzug zu verdienen. Die ganze Anordnung ist gedrungener und symmetrischer, und die Übertragung der ganzen Last auf das einzige, leicht in Ordnung zu haltende Lager *c* mußte die Beweglichkeit erhöhen und die Hilfe eines Dieners entbehrlich machen, soweit man auf diese bei der Bewegung solcher Massen überhaupt verzichten kann. Auf die handliche Anordnung der zur Beobachtung erforderlichen Bewegungsmechanismen ist bereits hingewiesen; sie leistete wirklich alles, was man damals von kleinen Instrumenten her gewohnt war und für größere als wünschenswert ansah.

Wo hat nun aber dieses Instrument gestanden? Von welcher Seite sind seinem Erbauer, der mit den Gütern, die Rost und Motten fressen, nur spärlich bedacht war, die doch offenbar recht beträchtlichen Mittel zu seiner Errichtung zugeflossen? Und was ist schließlich aus ihm geworden? Auf alle diese Fragen war eine Antwort bisher nicht zu ermitteln. Daß das Instrument in der angegebenen Gestalt wirklich existiert hat und nicht etwa bloßer Entwurf geblieben ist, ist sicher. Die in Kiel selbst in einer verbreiteten Provinz-Zeitschrift erschienene Beschreibung Schraders spricht davon als von einer vollendeten Tatsache, und das gleiche geschieht bei allen Erwähnungen, die das Werk in der Literatur fand. Nachfragen aber, die vor einigen Jahren in den sich für die Orts- und Gelehrtengeschichte Kiels interessierenden Kreisen stattfanden, blieben ohne Ergebnis. Niemand wußte etwas davon. Die auf der Abbildung sichtbare Landschaft hat keine besonderen Kennzeichen, aus denen man auf den Aufnahmeort schließen könnte, und über das schließliche Schicksal des doch auch einem weiteren Publikum auffallenden und sehenswürdigen Bauwerks schweigt die Geschichte gänzlich.

Unter diesen Umständen mag die folgende Erwähnung Schraders und seiner Kieler Tätigkeit seitens eines unbefangenen Zeitgenossen, die einzige auf Augenschein beruhende, die sich finden ließ, an Interesse gewinnen, wenn auch zweifelhaft erscheint, ob in ihr von dem großen Teleskop die Rede ist. Der Verfasser[1]) machte Ende August 1797 einen Abstecher von Hamburg nach Kiel, um gelehrte Freundschaft zu besuchen. „Nachmittags“, schreibt er, „speisten wir bei einem der reichsten Kaufleute in Kiel auf seinem, an der inneren Bucht des Hafens romantisch gelegenen Gartenhause. An Schüsseln und Bäuchen für die Schüsseln fehlte es hier durchaus nicht. Es war, wie man es sonst in Hamburg nannte, ein Bullengelag, d. h. wo bloße Männer gebeten waren. Man ließ sich die geräucherten und frischen Speisen, die See- und Landdelikatessen so zu Mund und Magen gehen, daß Kopf und Herz dabei völlig in Ruhestand gesetzt zu sein schienen. Wenn eine Tracht Schüsseln vorbei war, lüfteten sich die Gäste durch einen Spaziergang in den Garten und setzten sich dann mit erneuter Eßkraft wieder an die Arbeit. Nach Tische gab ein

[1]) „Böttiger. Literarisches Leben auf der Universität Kiel 1797“ in „Überlieferungen zur Geschichte, Literatur und Kunst der Vor- und Mitwelt“, herausgegeben von F. A. Ebert. 2. Bd., 1. Stück, Dresden 1827.



Dollondscher Tubus, der auf dem Altan aufgerichtet stand, zu folgender Diskussion Veranlassung. Dem Gartenhause gegenüber, am jenseitigen Ufer des Hafens, liegen kleine Meiereien und reizende Landwohnungen unter Eichengruppen und malerischem Gehölze eingebusemt. Die Kieler haben da Sommerwohnungen und die ganze Gegend heißt Dorfgarten. Hier ragte um etwas tiefer hinab ein viereckigtes, turmartiges Gebäude hervor, das durch seine Bauart und einen Apparat von Instrumenten, der sich durchs Fernrohr darauf entdecken ließ, sogleich meine Aufmerksamkeit auf sich ziehen mußte. Einige Beistehende konnten mir anfangs gar keinen Bescheid geben. Endlich kamen mehrere, und da hieß es denn: da wohne der Instrumentenmacher Schrader, ein gar künstlicher Mann. Nun bemerkte einer als eine wahre Sonderbarkeit, daß dieser Schrader sogar selbst durch diese Instrumente die Sterne angucke und in einer Art von Hängematte oft ganze Nächte auf diesem Turme — den Namen Observatorium kannte Niemand — zubrächte. Dies konnte ein großer Teil der Gesellschaft gar nicht glauben. Andere schüttelten die Köpfe und meinten, das wäre ein wunderlicher Appetit! Einer, ein freundliches, fettes Männchen, in einer roten Weste und grünen Reithosen, nahm sich sogar auf der Stelle vor, seinen Freund Schrader, den er doch mehrmals besucht und nichts davon erzählen gehört habe, bei einer solchen nächtlichen Himmelscontemplation einmal zu überraschen. So wird der berühmte Astronom Schrader in Kiel, seinem Wohnorte, gekannt! Wie gerne wäre ich zu ihm hinübergeschifft, aber jede Minute war schon berechnet."

Unter dem „Dorfgarten" ist der jetzige Vorort Gaarden zu verstehen. Die dem Erzähler so malerisch erscheinende Gegend wird heute von den gewaltigen Anlagen der Kruppschen Germaniawerft und der Kaiserlichen Werft eingenommen, und wo Schrader seinem für seine Kieler Freunde so befremdlichen Hange für nächtliche Himmelsbeobachtungen nachhing, tönt nun der Klang der Hämmer und das Sausen der Maschinen. Von den Beobachtungsergebnissen Schraders ist übrigens nichts in die Öffentlichkeit gelangt.

Die Berufung in die mit 1500 Rubeln dotierte Stellung eines wissenschaftlichen Beamten der Akademie in Petersburg mochte für Schrader vom wirtschaftlichen Standpunkte aus eine Wohltat sein, für seine selbständigen wissenschaftlichen Bestrebungen bedeutete sie zunächst den Abschluß. Erst 1819, als er in den Ruhestand getreten war, finden sich wieder in Scherers Nordischen Annalen der Chemie einige Arbeiten von ihm, die aber das pharmazeutisch-technische Gebiet betreffen und uns hier weniger interessieren. Über seine ferneren Lebensumstände war nichts Genaueres zu ermitteln, selbst sein Todesjahr ist unbekannt.

Bei dem Erwachen eines allgemeinen historischen Interesses für die Mechanik dürften die, wie wir sahen, erfolgreichen Bestrebungen Schraders in der Verfertigung von Spiegelteleskopen einiger Aufmerksamkeit wert sein. Diese kleine Anerkennung dem stillen Kieler Gelehrten zu verschaffen, war der Beweggrund zu der vorliegenden Schilderung dieser Episode aus der Geschichte der praktischen Optik in Deutschland.



Der Zauber in der Perspektive des grossen Orionnebels.[1])

Von Edgar Lucian Larkin,
Direktor des Mount Lowe-Observatoriums, Kalifornien.

Die Parallaxe des Mittelpunktes des großen Orionnebels beträgt sicher wenigstens $^1/_{200}$″. Daher muß man seine Entfernung von der Sonne und Erde rund zu 8 Quadrillionen Kilometer annehmen. Man denke sich einen Kreis von 15′ Durchmesser um die mittlere Region des Nebels nahe des Trapezes gezogen, dann würde dieser Durchmesser nahezu 25 Billionen Kilometer groß sein. Mit dem 60zölligen Spiegel der Carnegie-Sternwarte auf dem Mount Wilson hat man durch lange Expositionszeit eine Reihe ganz hervorragender Photographien des Zentrums dieses wunderbaren Nebels erhalten.

Die Negative sind vergrößert und als Diapositive in den Rahmen der Türe einer Kammer gebracht worden, die 16 16kerzige, weißglühende Birnen, dicht zusammenstehend und in einem vierreihigen Quadrat angeordnet, enthält. Der Beobachter steht in einem großen verdunkelten Zimmer, 2 bis 5 m entfernt, und dreht das elektrische Licht hinter der Platte an. Ein Anblick himmlischer Schönheit und Pracht bietet sich nun dem überraschten Auge dar. Kein menschliches Auge hat jemals etwas geschaut, das sich mit diesem Anblick interstellarer Tiefe messen könnte. Seit meiner Jugend habe ich den Orionnebel mit Bewunderung betrachtet, die sich mit den Jahren immer mehr steigerte; aber niemals habe ich ihn perspektivisch gesehen, niemals die herrlichen Bilder geahnt, die sich hinter der anscheinend flachen Oberfläche verbergen. Nun enthüllt uns diese wunderbare Photographie, daß die Mitte des Nebels die Öffnung einer riesenhaften Höhle ist, deren Wandungen von leuchtender, glänzender Materie gebildet, sich bis zu einem weit entfernten Endpunkt erstrecken. Die Öffnung dieser Nebelhöhle ist unregelmäßig, auch die wunderbaren Wände und Seiten, Boden und Decke zeigen unregelmäßige Umrisse. Keine Messung der möglichen Tiefe dieser Höhle im Weltall, ihres Bodens, der kosmischen Wandungen kann hier vorgenommen werden. Das tiefe, weite, zerrissene, unregelmäßige und wilde Innere kann nur mit dem Geiste, nicht mit dem Mikrometer gemessen werden; aber wenn man annimmt, daß der Abgrund dreimal so groß wie der Durchmesser der Öffnung ist, so würde die Tiefe 200 Trillionen Kilometer betragen, das ist der Abstand des Sirius vom Sonnensystem. Eine Reihe von 3000 Ringen mit je einem Durchmesser gleich der Neptunsbahn könnten sich in dem mächtigen Raume dieser Lücke bewegen oder auch 90 000 aneinandergelegte Kreise, jeder in der Größe der Erdbahn. Tausende von Sonnensystemen wie das unsrige könnten reichlich Platz in der weiten Ausdehnung dieser Höhle finden. Aber in ihr herrscht keine Dunkelheit, sondern überall ist Licht. Die Wände erglühen und leuchten in einem Glanz, der jede Vorstellung übertrifft und nicht beschrieben werden kann. Millionen winziger glitzernder Pünktchen, kosmische Diamanten, schmücken alle Teile des gigantischen Innern. Die Wandungen verschieben sich nach innen und außen, was ihnen den Anblick von Pfeilern und Säulen verleiht. Mag dieser Nebel nun der größte im Weltall oder mit vielen andern vergleichbar sein: hier auf dem Gipfel des Mount Lowe, wenn der Regen jede Spur von Staub niedergeschlagen hat und kein Wasserdampf in der Atmosphäre vorhanden ist, dann zeigt der 16zöllige Refraktor, daß das ganze Sternbild des

[1]) Aus dem englischen Manuskript übersetzt. Die Redaktion.

Orion wie in glänzende und leuchtende Nebelmasse getaucht erscheint. Es ist etwas heller als der helle Hintergrund des Himmels, da das ganze Sternbild in eine Nebelhülle gebettet ist, mit Ausnahme der verhältnismäßig kleinen Dunkelräume, der wenigen Stellen, an denen die Licht ausströmende Materie fehlt. Daher ist es ganz klar, daß der bei weitem größere Teil der vorhandenen Materie sich noch nicht zu Welten und glühenden Sonnen verdichtet hat. Die ungeheure Höhle im Orion ist das bemerkenswerteste Objekt im Bereich der Himmelsphotographie. Die Wissenschaft ist noch nicht imstande, uns Aufschlüsse zu geben, wie Gas, Nebelmasse, dünne Materie, Staubteilchen und ähnliches dieses wunderbare Licht aus starrer Leere bei absolutem Nullpunkt, das ist — 274°, aussenden können, wofern ein solcher Zustand überhaupt existiert. Es ist bis jetzt weder das kosmische Licht des Himmelsgrundes und der Nebelwelten erklärt, noch sein Ursprung enthüllt worden.



Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Eigenbewegung der Sterne.

Die Stellung der Sterne zueinander erscheint dem unbewaffneten Auge unveränderlich. Würde Erathostenes heute seine Beobachtungen in Syene wiederholen können, so würde er die meisten Sterne in derselben Stellung wie vor 2000 Jahren vorfinden. Das Sternbild des Orion, die Plejaden und viele andere haben ihren Ort am Himmel nicht verändert. Der verfeinerten Meßmethode der modernen Instrumente ist es jedoch zu danken, daß wir heute schon die Eigenbewegung von einer großen Zahl von Sternen bestimmen können. Ja, einige Sterne haben eine so große Eigenbewegung, wie beispielsweise Arktur, der hellste Stern im Bootes, daß, wenn Hipparch ihn heute nach seinem Katalog aufsuchen wollte, er ihn schon um $2^1/_2$ Vollmondbreiten von seinem früheren Orte abstehend finden würde. Halley war der erste, der auf Grund der Vergleichungen der neueren Sternörter mit den im Almagest mitgeteilten eine Ortsveränderung einiger Fixsterne feststellen konnte. Der erste genaue Katalog von Sternen mit starker Eigenbewegung ist der sogenannte Aboer Katalog von 560 Sternen, welchen Argelander zu Anfang des 19. Jahrhunderts zusammenstellte. Mädler verdanken wir alsdann durch seine eingehende Bearbeitung der 3200 Sterne des berühmten Bradleyschen Verzeichnisses die umfassendste Kenntnis der Eigenbewegungen Boß hat in seinem im Jahre 1910 erschienenen „Vorläufigen Generalkatalog“ Angaben über die Eigenbewegung von 6188 Sternen machen können. Für das Doppelsternsystem 61 Cygni ist eine jährliche Eigenbewegung von 5″,2 festgestellt worden.

0 Eridami	4. Größe,	hat 4″,1,
α Centauri	1. -	- 3″,7,
α Bootes (Arktur) .	1. -	- 2″,3,
β Hydrae	3. -	- 2″,2,
τ Ceti	$3^1/_2$ -	- 1″,9.

Die durchschnittliche Eigenbewegung der Bradleyschen Sterne nimmt mit der Helligkeit ziemlich stark ab. Neuerdings ist von Burnham freilich ein schwacher Stern im Sternbilde der Leyer mit verhältnismäßig großer Eigenbewegung aufgefunden worden, was darauf schließen läßt, daß dieser Stern uns verhältnismäßig nahe steht. Kapteyn ist zu dem interessanten Resultat gekommen, daß die Sterne mit großer Eigenbewegung sich gleichmäßig über den Himmel verteilen und nicht die Milchstraße bevorzugen, wie wir es von den Sternen im allgemeinen und von den neuen Sternen im besonderen

wissen. Weiter verdanken wir ihm eine interessante Beziehung zwischen der Größe der Eigenbewegung und der Spektralklasse der Sterne. Die Sterne mit starker Eigenbewegung überwiegen in der zweiten Spektralklasse, der auch unsere Sonne angehört. Entweder bewegen sich diese Sterne schneller oder sie sind uns näher als die der ersten Klasse. Hierbei müssen wir annehmen, daß die Eigenbewegung ganz gradlinig vor sich gehe, so daß wir sagen können, daß die Sterne sich nicht in geschlossenen Bahnen bewegen.

Der Sternenhimmel am 1. Mai 1911, abends 10 Uhr.

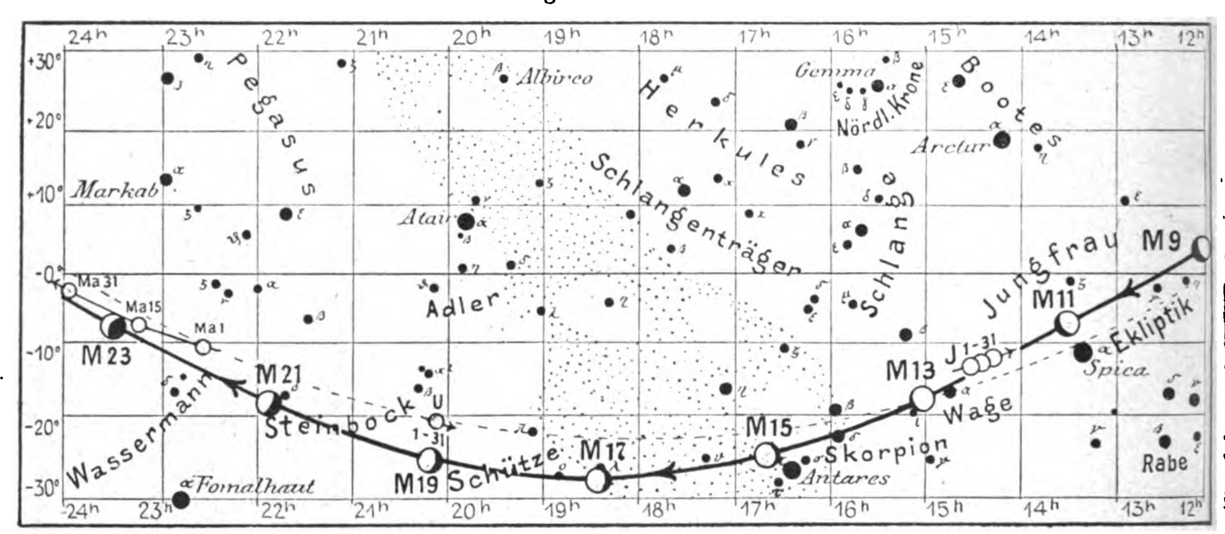
Fig. 1.



(Polhöhe $52^{1}/_{2}{}^{\circ}$)

Besonders bemerkenswert ist es, daß manche Sterngruppen eine gleichmäßige Eigenbewegung sowohl der Größe als auch der Richtung nach erkennen lassen. So konnte dies bei den Sternen der Hyaden nachgewiesen werden. Während diese heute für uns noch eine weit ausgedehnte Sterngruppe bilden, werden sie in 65 Millionen Jahren, wenn ihre Eigenbewegng inzwischen sich nicht ändert, für uns einen dichten Sternhaufen von nur 20′ Durchmesser bilden. Es ist noch eine andere zusammengehörige Gruppe mit gleicher Eigenbewegung in den Sternen β, γ, δ, ε, ζ Ursae majoris, Sirius, Gemma,

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

β Aurigae, 37 und 78 Ursae majoris, δ Leonis und Groombridge 1930 bekannt geworden. Sie bewegen sich auf den Punkt des Himmels zu, der bei Rekt. = 309° und Dekl. = —42° liegt. Die Geschwindigkeit des ganzen Systems im Raume beträgt etwa 19 km in der Sekunde. (Vergl. „Weltall", Jahrg. 6, S. 140.) Ähnliche gemeinsame Eigenbewegungen zeigen noch die Sterne der Plejadengruppe und einige andere. Wir dürfen vermuten, daß es noch viele solcher schnell wandernden Sterne am Himmel gibt, deren Eigenbewegung uns selbst die feinsten Instrumente nicht verraten, weil die Sterne ungezählte Lichtjahre von uns entfernt stehen und daher selbst große Eigenbewegungen während der kurzen Spanne Zeit, in der wir genaue Beobachtungen auf der Erde angestellt haben, noch nicht in Ortsveränderungen zum Ausdruck kommen konnten. Würden wir ein einziges gutes Sternverzeichnis aus der letzten Eiszeit besitzen, so könnten wir sicherlich die Eigenbewegung von noch vielen Tausenden von Sternen feststellen.

Das Spektroskop hat uns erst gelehrt, auch die Bewegung der Sterne auf uns zu und von uns fort im sogenannten Visionsradius kennen zu lernen. Diese Bewegung gibt in Verbindung mit der durch das Fernrohr festzustellenden seitlichen Eigenbewegung der Sterne erst deren wirkliche im Raume.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne, die vom Sternbilde des Widders in das des Stiers eintritt, ist wieder für den 1., 15. und 31. Mai in unsere Karte 2a eingezeichnet. Ihre Fleckentätigkeit ist jetzt sehr gering. Ihre Mittagshöhe steigt während des Monats um fast 7°, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

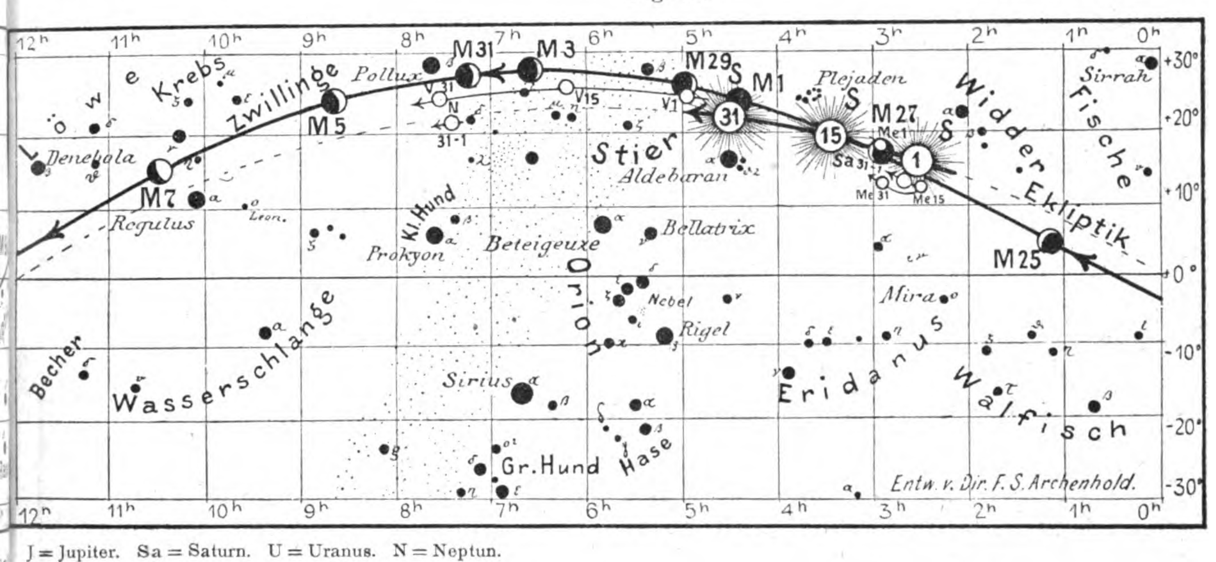
Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Mai 1.	+ 14° 59′	$4^h 37^m$ morgens	$7^h 28^m$ nachm.	$52\frac{1}{2}°$
- 15.	+ 18° 39′	$4^h 12^m$ -	$7^h 51^m$ -	$56\frac{1}{4}°$
- 31.	+ 21° 48′	$3^h 52^m$ -	$8^h 14^m$ -	$59\frac{1}{4}°$

Die Hauptphasen des Mondes, die in unsere Karten 2a und 2b für die Mitternachtszeit eingezeichnet sind, fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: Mai 5. 2^h nachmittags. Letztes Viertel: Mai 21. $10\frac{1}{2}^h$ vormittags.
Vollmond: - 13. 7^h morgens. Neumond: - 28. $7\frac{1}{2}^h$ vormittags.

ür den Monat Mai 1911.

Fig. 2a.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Im Monat Mai findet eine Sternbedeckung statt.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Mai 13.	ι Librae	4,6	$15^h 7^m$	$-19^0 27'$	$4^h 0^m,9$	123^0	$5^h 6^m,1$	272^0	Monduntergang $4^h 8^m$

Die Planeten.

Merkur (Feld $2^1/_2$ h bis 3 h) bleibt während des ganzen Monats für das unbewaffnete Auge unsichtbar. Jedoch kann er mit dem großen Treptower Fernrohr von Mitte des Monats an bequem am Tage gesehen werden. Sein Durchmesser beträgt zu Anfang des Monats 11″,4 und am Ende 8″,4. Am 5. Mai 7^h abends steht er zwischen Sonne und Erde, so daß seine unbeleuchtete Seite der Erde zugekehrt ist. Die Sichtbarkeit nimmt aber schnell wieder zu, so daß am 31. Mai bereits 0,4 der Fläche wieder beleuchtet ist. Die Leuchtkraft des Merkurs ist am 31. Mai 33 mal so stark als am 6. Mai.

Venus (Feld 5^h bis $7^1/_2$ h) ist zu Anfang des Monats 3 Stunden lang und am Ende $2^3/_4$ Stunden am Abendhimmel als hellleuchtender Stern zu sehen. Ihre Leuchtkraft nimmt während des Monats fast um die Hälfte zu, obgleich am Schlusse des Monats nur noch $^2/_3$ der Scheibe beleuchtet ist. Ihr Durchmesser hat die Größe von 14″,1″ am 1. und von 17″,2 am 31. Mai. Am 1. Mai steht sie in Konjunktion mit dem Monde und



(Aus dem „Astronomischen Museum“ der Treptow-Sternwarte.)

Fig. 3. Venus oder der vermeintliche Komet.

am 30. mit Neptun und zwar steht sie fast 3° nördlich vom Neptun. (Vergl. Karte 2a, Feld $7^1/_2{}^h$.) Sie wird als Abendstern am 10. August ihren größten Glanz erreichen. Wenn sie in der Nähe des Horizontes durch die Dünste unserer Atmosphäre länglich erscheint, wird sie sehr oft als ein Komet angesehen, wie dies auch gelegentlich des Erscheinens des Halleyschen Kometen im vergangenen Jahre wiederholt geschehen ist. Ein interessanter Kupferstrich, den wir hier wiedergeben (Fig. 3), ist im Jahre 1798 von Berthet in Paris für die National-Bibliothek ausgeführt worden und gibt eine Scene wieder, in der die Venus als der Komet angesehen wird, der Ende des 18. Jahrhunderts ganz Paris in Aufregung versetzte, da sich an seine Erscheinung eine Voraussage des Weltuntergangs knüpfte. Es ist interessant, daß der Stich auch nebenbei noch eine Änderung der Damenmode illustriert.

Sehr oft auch wird die Venus als ein neuer Stern entdeckt, und zwar dann, wenn sie, nachdem sie einige Zeit unsichtbar gewesen war, wieder aus den Strahlen der Sonne heraustritt. In diesem Jahre wird dies Ende August der Fall sein. Ihre Helligkeit nimmt dann in kurzer Zeit um den achtfachen Betrag zu. Ist es während der kurzen Dauer der Lichtzunahme bewölkt, so tritt sie plötzlich als ein sehr auffälliges Objekt am Himmel auf.

Mars (Feld 22^h bis 24^h). Seine Sichtbarkeit nimmt wieder etwas zu und beträgt Ende des Monats $^1/_2$ Stunde am Morgenhimmel. Sein Durchmesser steigt von 6″,6 auf 7″,5.

Jupiter (Feld $14^1/_2{}^h$ bis $14^1/_4{}^h$) kommt am 1. Mai in Opposition zur Sonne und ist daher während der ganzen Nacht am Himmel zu beobachten. Sein Durchmesser ist am 1. Mai mit 42″,6 am größten und geht dann bis Ende des Monats auf 41″,4 herab. Seine größte Höhe im Meridian beträgt nur 24°, da er am 1. Mai $13^1/_2{}^0$ südliche Deklination hat. Am 12. Mai steht er in Konjunktion mit dem Monde. Der sechste Jupitersmond hat am 8. Mai gleiche Rektascension mit Jupiter und steht in Deklination $21^1/_2{}'$ südlicher, so daß er in lichtstarken Fernrohren bei Abblendung des Jupiters selbst aufzufinden sein wird.

Saturn (Feld $2^1/_2{}^h$ bis $2^3/_4{}^h$) kommt am 1. Mai in Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher während des ganzen Monats unsichtbar. Er tritt erst wieder Ende Juni am Morgenhimmel aus den Strahlen der Sonne heraus.

Uranus (Feld 20^h) ist am Morgenhimmel im Fernrohr nur noch kurze Zeit zu sehen.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist zu Anfang des Monats 6 Stunden und zuletzt noch 4 Stunden lang am Abendhimmel zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt nur 2″,5. Er kommt am 30. Mai in Konjunktion mit der Venus, und zwar steht er 3° südlich von der Venus. Der einzige Neptunsmond, welcher in 5 Tagen 21 Stunden seinen Planeten umkreist, steht während des ganzen Jahres nur 16″ von ihm ab.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Mai 1. 5^h morgens Jupiter in Opposition mit der Sonne.
- 1. 7^h morgens Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
- 1. 2^h nachm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 5. 7^h abends Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
- 10. mittags Merkur in Konjunktion mit Saturn. Merkur 1° 11′ nördlich vom Saturn.
- 12. 6^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 23. 3^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 26. 6^h abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 26. 8^h abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 3^h morgens Merkur in Konjunktion mit Saturn. Merkur 1° 35′ südlich vom Saturn.
- 30. 4^h morgens Venus in Konjunktion mit Neptun. Venus 2° 59′ nördlich vom Neptun.
- 31. 6^h morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.

Fehlerberichtigung. Das Weltall Jg. 9, Seite 231. Lies stets d'Argenlieu statt d'Argeulieu und Reihe 14 von unten lies ζ (Ceta) statt G im großen Bären. Jg. 11, Seite 128, Reihe 22, lies Krakatoa-Ausbruch im August 1883 und von dem Lissaboner Beben am 1. 11. 1755 statt Krakatoa-Beben im Jahre 1889 und von dem Lissaboner im Jahre 1757.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

// DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 14. Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow. 1911 (Zweites Aprilheft).

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Zur Genesis des Mondes.

Von Robert Schindler.

1. Allgemeines.

Der Mond ist das einzige Gestirn des Himmels, welches uns mit optischen Hilfsmitteln einen weitgehenden Einblick in seine Oberflächenbeschaffenheit gestattet. Trotz all dieser Beobachtungsmöglichkeit haben sich die Forscher über die Natur dieses Planeten noch nicht einigen können, und wenn wir uns fragen, ob dies überhaupt jemals eintreffen werde, so glaubt der Schreibende aus Erfahrungen auf einem der Wissenschaft weniger zugänglichen Gebiete, daß bei vielseitiger Aufklärung die Überzeugung sich selbst Bahn brechen werde.

Die vielen Versuche, durch das Studium von analogen Zuständen in der irdischen Natur oder mit Hilfe der Mathematik der Erklärung der Mondoberfläche beizukommen, haben zu den verschiedenartigsten Resultaten geführt und damit bewiesen, daß weder die Kenntnis der Erdoberfläche noch die Mathematik ausreichend sind, die Rätsel des Mondes zu lösen. Bessere Anhaltspunkte haben praktische Versuche geliefert, obwohl auch diese Resultate infolge ganz verschiedener Grundideen oft einander diametral gegenüberstehen. Bezüglich der Mondgebilde lassen sich die verschiedenen Ansichten hauptsächlich in folgenden 7 Hypothesen unterbringen: 1. Die Auftriebe gasiger und glühend flüssiger Massen sowie deren zerstörende Ausbreitung, 2. der Auswurf loser Massen und Ringbildung in bestimmter Entfernung, 3. die Krater- und Wallbildungen durch Meteoraufstürze, 4. der Einsturz aufgetürmter Pyramidenkegel bis auf den Rest des Walles, 5. die glühend flüssigen Auftriebe infolge von Mondrindenbewegungen, 6. die totale Vereisung der Mondoberfläche und 7. die Erzeugung der runden Gebilde durch Wirbelwinde.

Fast allgemein ist man heute darüber einig, daß der Mond die Oberflächenabkühlung bedeutend früher vollendete als die Erde. Die Gründe der Kurzlebigkeit dieses kleinen Planeten gipfeln darin, daß, wie uns die Sonne belehrt,



Masse und Lebensdauer der Gestirne in einem gewissen Sinne proportional sind. Da auch die Zusammensetzung der kosmischen Massen des Mondes und der Erde kaum sehr verschieden sein kann und anderseits der Mond ein tiefstarres Gewölbe bildet, das sich ohne eine Katastrophe durch äußere Einwirkung nicht mehr verkleinern kann, so wird dereinst nach gänzlicher Durchkühlung des Planeten im Innern ein Hohlraum entstehen, welcher dem spezifischen Mindergewicht der Erde gegenüber proportional sein wird.

Die nun folgenden Ausführungen gehen von der Voraussetzung aus, daß der Mond zur Zeit der Entstehung der Oberflächengebilde sich an der Oberfläche im Stadium der Erstarrung, in der Tiefe im flüssigen und im Kern im überhitzten gasförmigen Zustande befunden habe. Die Masse der starren Mondrinde sowie der glühendflüssigen Auftriebe scheinen die Eigenschaften des zähen Glasflusses aufzuweisen, welche Masse durch expandierende Gase aus dem Innern über die Oberfläche hinaufgetrieben wurden. Von einer geologischen Schichtenfolge wie bei der Erde kann daher beim Mond nicht die Rede sein, vielmehr präsentiert sich derselbe in seinem Urzustande, welcher durch gewaltsame Abkühlung dieses kleinen Planeten herbeigeführt wurde, von welchem Zeitpunkte an die Entstehung neuer Erhebungen total ausgeschlossen erscheint. Es liegt somit in der Natur der Sache, daß wir auf der Erde meistens vergeblich nach analogen Zuständen suchen, da nur ganz vereinzelte Stellen zu schwachen Vergleichen herangezogen werden können.

2. Die Monderhebungen.

Die Theorie der glühendflüssigen Auftriebe ist eine der ältesten und hat neben Hooke, R. Falb, Dana, P. Lehmann und anderen hauptsächlich durch die Experimente von Ebert die maßgebendste Begründung gefunden. Auch der Verfasser hatte die Ursache der feuerflüssigen Auftriebe seit vielen Jahren in Gießereien zu beobachten Gelegenheit gehabt und eine kleine Schrift unter dem Titel „Die Mechanik des Mondes“ verfaßt, welche auf den Sternwarten zu finden ist und dort eine gute Aufnahme gefunden hat.

Außer den durch Dana an dem Feuersee auf Hawai gemachten Beobachtungen scheint neben den Experimenten, wie solche von Ebert und dem Verfasser ausgeführt wurden, die Eisengießerei der einzige Ort zu sein, welcher einigermaßen geeignet ist, das Wesen der feuerflüssigen Auftriebe zu studieren. An gleicher Stelle kann man auch beobachten, wie bestehende Gebilde durch Anwesenheit feuerflüssiger Massen wieder zerstört werden können, worauf wir bei der Besprechung der Ausbreitung der Meere wieder zurückkommen. Wer Gelegenheit hat, entweder durch häufigen Besuch in Gießereien oder durch Experimente wie Ebert und der Verfasser seine Kenntnisse in bezug auf flüssige Auftriebe zu erweitern, dürfte bezüglich der Entstehung der Mondgebilde sehr bald zu einer überzeugenden Ansicht gelangen. Wenn jemand die Erhebungen auf dem Monde beobachtet, so muß ihm sofort auffallen, daß mit Ausnahme einiger Bergrücken alle eine mehr oder weniger rundliche Grundrißform haben, welche darauf hindeutet, daß dieselben durch die Wirkungen zentraler Kräfte entstanden sind. Als solche Kräfte kommen in erster Linie die expandierenden Gase in Betracht, welche durch Tausende von Öffnungen zum Auspuff kamen. Allerdings haben auch Magmaauftriebe zur Bildung von großen Höhenzügen, wie den Apenninen und Karpaten, stattgefunden, bei welchen die Wirkung der Gase meistens nur an einer großen Menge Beulen oder Gaseinschlüssen zu er-

kennen ist, welche die starr gewordene Oberfläche nicht mehr zu durchdringen vermochten.

Von den offenen runden Gebilden kann man unterscheiden: Wallebenen, Krater, Wallkrater, Blasenkrater und Gruben, unter welchen Bezeichnungen es keine scharfen Grenzen gibt, nur sei bemerkt, daß Blasenkrater und Gruben kleinere Objekte darstellen und ohne Magmazufuhr entstanden sind, während es Krater gibt, bei welchen riesige Magmaaufschüttungen nachgewiesen werden können. Das Interesse der Forscher dreht sich hauptsächlich um die Frage, wie die gemeinhin als Krater bezeichneten Gebilde entstanden sind.

Wohl mag anfänglich, als die Mondrinde noch nicht sehr fest war, die Schwindung oder Zusammenziehung zu den Auftrieben von Bergrücken Veranlassung gegeben haben, bei den Wällen und Kratern ist jedoch das Spiel der expandierenden Gase mit dem flüssigen Magma als die einzige Ursache ihrer Entstehung anzusehen. Diese Stoßwirkungen auspuffender Gase auf glühendflüssige Massen sind den Eisengießern zur Genüge bekannt, da dieselben beständig mit den Gefahren der Gasstauungen zu rechnen haben. Der Schreibende hat versuchsweise einen Gießermeister in dieser Richtung sondiert und demselben Photographien von Mondgebilden vorgelegt mit der Frage, ob er glaube, daß diese Krater durch die Stoßwirkung glühendflüssiger Auftriebe entstanden sein können, worauf, wie vorauszusehen, für diejenigen, welche in diesem Falle der Theorie der glühendflüssigen Auftriebe nicht zu folgen vermögen, nur ein mitleidiges Lächeln übrig blieb. Jedenfalls wäre es sehr wünschenswert, wenn die Zweifler sich mit tüchtigen Gießern oder Gießereitechnikern über diese Frage möglichst gründlich auseinandersetzen würden.

Um einmal eine Anzahl Gießer mit dem Wesen der Mondoberfläche bekannt zu machen, hat der Verfasser denselben einen Vortrag gehalten, welcher zu nachstehender Resolution Veranlassung gab:

Resolution.

Die unterzeichneten Eisengießer sind nach Anhörung eines am 19. Februar 1911 in der Aula des städt. Schulhauses auf der Musegg in Luzern, durch Herrn Robert Schindler, Gründer und Aufsichtsrat der Maschinenfabrik Schindler & Cie., abgehaltenen Vortrages über: I. Populäre Astronomie, II. Die Selenologie und der Eisengießer einstimmig zu folgender Resolution gelangt:

1. Die verschiedenen Anzeichen deuten darauf hin, daß die Mondoberfläche von glasartiger Struktur ist und muß dieselbe in den Mareebenen durch zusammengeschwemmte schaumige Verunreinigungen, wie solche bei jedem Schmelzflusse vorkommen, bedeckt sein.

2. Die Entstehung aller Gebilde auf der Mondoberfläche, sowie die Vernichtung solcher Gebilde durch neue Auftriebe und Ausbreitung der Massen in den Mareebenen, sind mit absoluter Sicherheit als die Folgen gasiger und glühendflüssiger Auftriebe zu erkennen und vom Standpunkte des Eisengießers bis in die Details zwanglos zu erklären.

Luzern, den 3. März 1911.

Die Eisengießer der Maschinenfabriken
A.-G. Schindler & Cie. in Luzern,
A.-G. Th. Bell & Cie in Kriens.
(Es folgen die Unterschriften.)

Wenn auch diese aus Erfahrungen sich ergebende Erklärung, nur von meistens intelligenten Arbeitern und Meistern herrührt, so ist dieselbe nicht weniger beachtenswert als mancher Erklärungsversuch, wo entweder die höhere Mathematik oder das Teleskop auf Grund irgend einer fantasievollen Annahme das letzte Wort hatte.

Für die Erklärung der nicht magmaführenden Blasenkrater und Gruben hat der Verfasser in den Fig. 1 und 2 zwei Exempel gewählt, welche sehr viel Beifall gefunden haben. Das eine ist ein vergrößertes Stückchen Brotrinde, das andere ein Siegel. In beiden Fällen zeigt sich deutlich, wie zähe Massen durch auspuffende Gase Anlaß zu Grubenbildung geben können. Auch treten bei Fig. 2 einige Beulenauftriebe deutlich hervor, wie solche auf dem Monde so massenhaft vorkommen. Charakteristisch für die Blasenkrater sind die relativ tiefen, glänzenden Mulden und das Fehlen von ausgeworfenem Magma auf der Außenböschung, welches man besonders auf den dunklen Mareebenen als hellere Masse sofort erkennen würde.

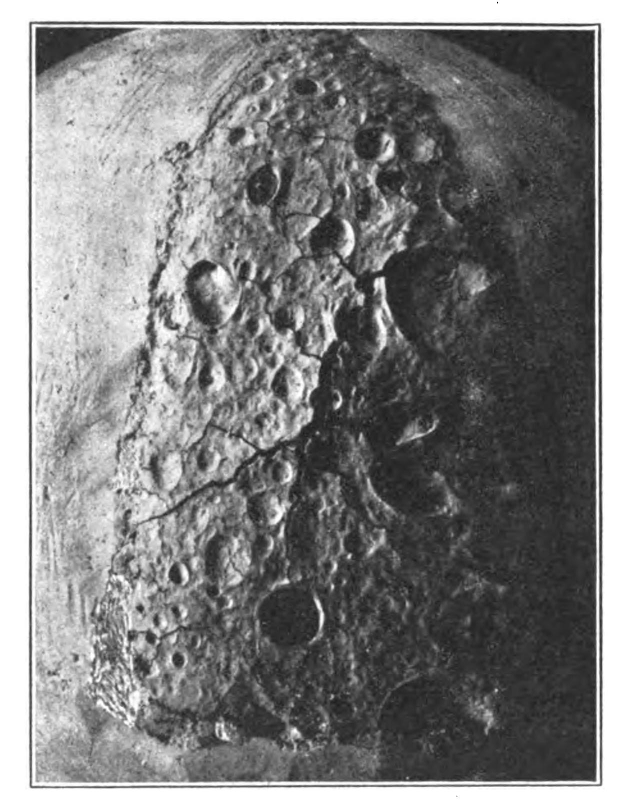


Fig. 1.



Fig. 2.

Zur Demonstration in bezug auf die Stoßwirkung warmflüssiger Massen hat der Verfasser zwei Apparate hergestellt, wovon Fig. 3 für die mittleren und großen und Fig. 4 für die kleinsten Auftriebe bestimmt ist. Zu diesen Versuchen werden gelochte Wachsscheiben verwendet und der durch eine Gas- oder Spiritusflamme erwärmte Wachsinhalt des Zylinders mit Hebel und Piston stoßweise auf die Oberfläche der Wachsscheibe gedrückt. Je nach Masse, Schnelligkeit, Temperatur und Dauerwirkung hat man es in der Hand, große oder kleine Gebilde zu erzeugen. In den Fig. 5 bis 11 sind einige Versuche dargestellt, welche geeignet sind, das mechanische Prinzip der flüssigen Auftriebe leichter zum Verständnis zu bringen.

Die meisten größeren Gebilde auf dem Monde haben innerhalb der Wälle den ursprünglichen Boden durch das andauernde Spiel mit glühendflüssigen Massen wieder aufgeweicht und muldenartig vertieft. Durch Abkühlung wurde den Aufwerfungen der Massen ein Ziel gesetzt und die Austrittsöffnungen sickerten zu. Die letzten ersterbenden Auftriebe zeigen häufig Sickerkegel,

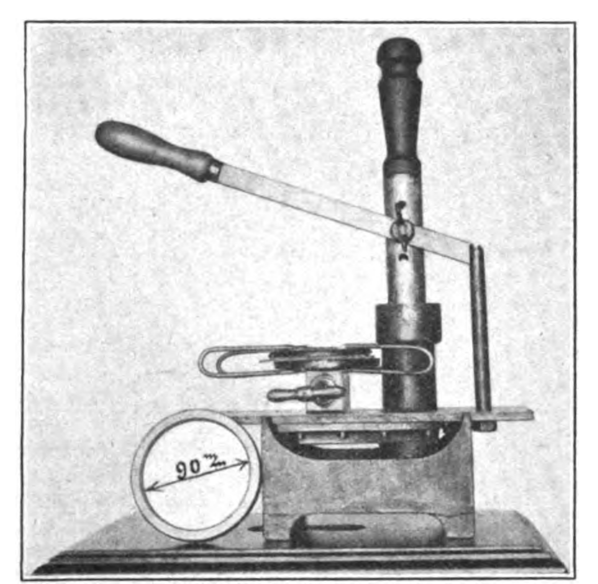


Fig. 3.

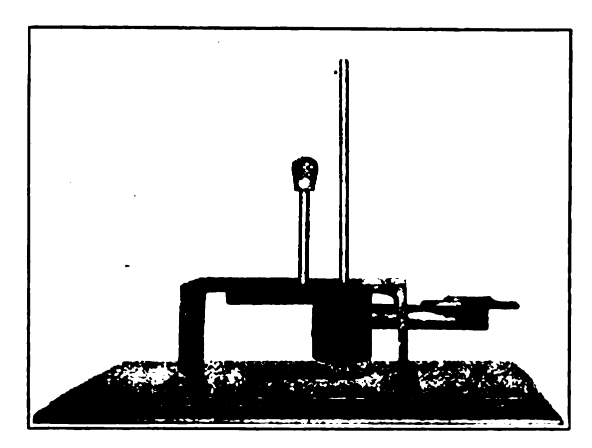


Fig. 4.

welche oft mehrmals auszubrechen versuchten, jedoch infolge Abkühlung niemals die Höhe des umgebenden Walles zu erreichen vermochten. In den meisten Fällen waren damit die Auftriebe in der Mitte abgeschlossen, jedoch nicht für den umgebenden Wall. Viele Anzeichen sprechen dafür, daß die Mondoberfläche eine glasartige Sprödigkeit besitzt. Da die Wärmezunahme in den Wällen von der Krone nach unten zum Querschnitt der Massen proportional war, konnten die Kronen der fortschreitenden Abkühlung nicht standhalten, sondern es mußten Querrisse entstehen, welche vielfach zur Bildung der sogenannten Wallkrater Veranlassung gaben. Über diese Krater wurde schon von Franz in seinem Buche „Der Mond“ bemerkt: „Nie kommt es vor, daß ein Wallkrater vom Walle unterbrochen wird, was doch ebenso gut möglich wäre.“ Diese Unmöglichkeit hat ihren Grund darin, daß die Zerreißung der Wallkrone und teilweise Niederschmelzung des Walles der Neubildung des Kraters vorausging.

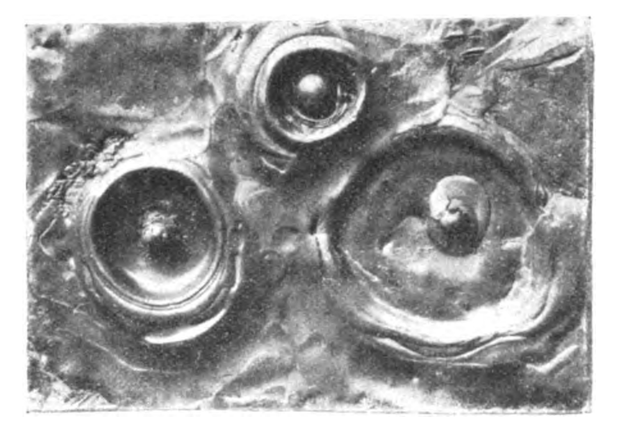


Fig. 5.

3. Die Mareebenen.

Der Mond war vor der Entstehung der Meere reicher an größeren Wallgebilden. Mit zunehmender Abkühlung wurden die freien Öffnungen weniger und an Stelle des gasförmigen trat infolge der Abkühlung mehr der flüssige

Auftrieb, welcher durch seine Menge die Bildung der Meere herbeiführte. Das Magma dieser Meere ist mit einer den meisten Schmelzflüssen eigenen schwimmenden Decke oder Lava gänzlich überdeckt, einer dunklen Schicht, deren Mächtigkeit vielleicht nur nach Metern zählt und mit einer Schaumdecke zu vergleichen ist.

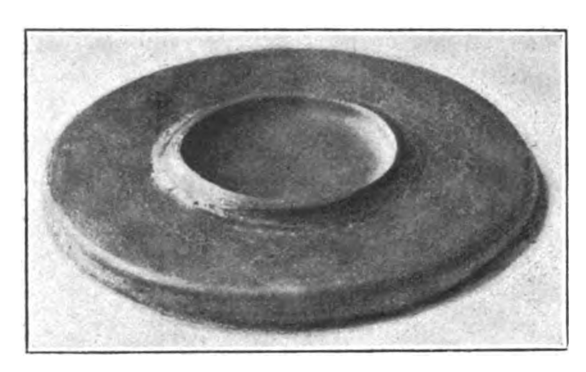


Fig. 6.

Fig. 7.

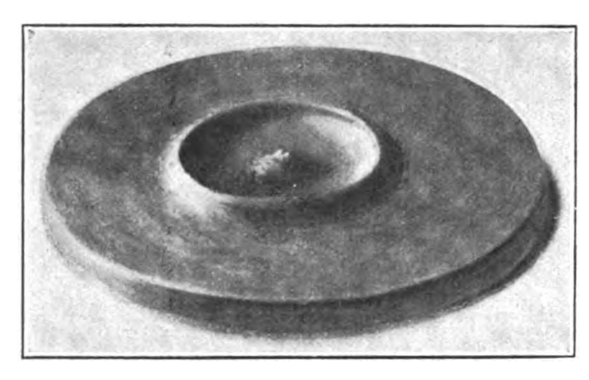


Fig. 8.

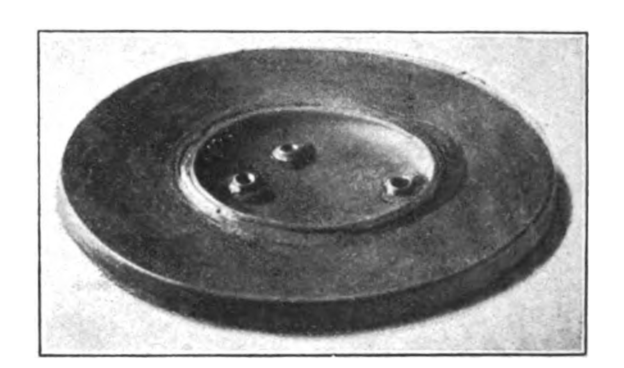


Fig. 9.

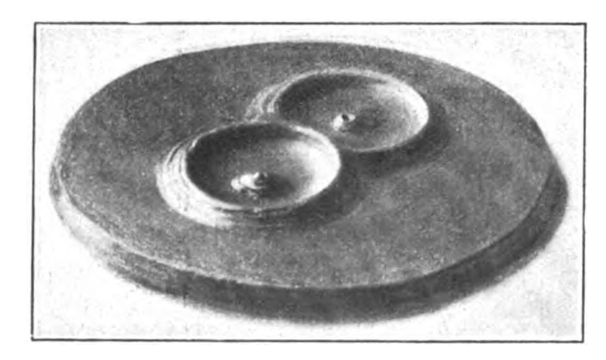


Fig. 10.

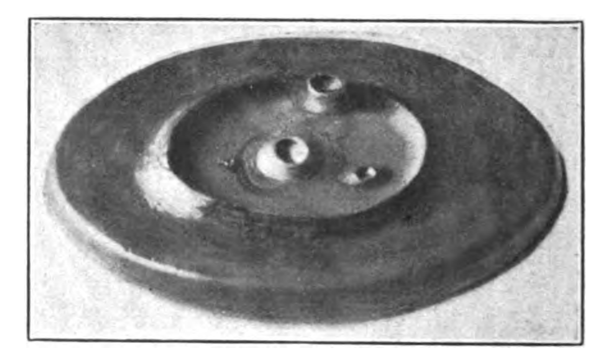


Fig. 11.

Mit der Ausbreitung dieser Meere wurden, so lange die Wärme ausreichte, alle Hindernisse durch Unterschmelzung ganz oder teilweise beseitigt, wovon eine Menge zum Teil niedergeschmolzener Kraterwälle und insbesondere die Apenninen interessante Aufschlüsse geben. Der tatsächliche Vorgang der teilweisen Zerstörung der Apenninen mag geeignet sein, darüber Zweifel aufkommen zu lassen, dabei darf jedoch nicht vergessen werden, daß gerade im

Innern des gewaltigen Gebirges die Temperatur noch eine sehr hohe gewesen sein muß. Obwohl der Schmelzfluß des Meeres die zwar riesigen abgestürzten Felsen nicht mehr zu verflüssigen vermochte, hat die Unterschmelzung der Apenninen, wie die rundliche Bucht beweist, gleich der Ausbreitung der Meere in anderen Gegenden keinen anormalen Verlauf genommen. Auf dieselbe Weise sind eine Menge großer und kleiner Wälle vernichtet worden, von welchen man vielfach die Vorstellung hat, daß dieselben in die Meere versunken wären, zu welcher Auffassung zugegeben werden muß, daß ein unterschmolzener sich auflösender Körper genau die Erscheinung des Versinkens darstellt.

Obwohl die Meeresufer nicht in der Weise, wie die vernichteten Wälle den Anschein geben, versunken sind, so darf nach den Untersuchungen von Franz doch angenommen werden, daß nach seiner Niveaukarte die starren, kraterreichen Gegenden der Schwindung mehr Widerstand geleistet haben und höher geblieben sind als die mit Magma überströmten Maregegenden, welche im aufgeweichten Zustande der Senkung durch Schwindung leichter zu folgen vermochten. Die Temperaturabnahme hat jeweilen das Zerstörungswerk zum Stillstande gebracht, so daß man besonders gegen den Nordpol Ruinen in allen möglichen Stadien der Vernichtung findet, während die unversehrt aussehenden Gebilde in den Mareebenen später entstanden sind, worauf an der Hand geeigneter Bilder in der Fortsetzung zurückgekommen werden soll.

4. Strahlen und Rillen.

Wie beim Aufbau der Krater und der Ausbreitung der Meere waren der Schmelzfluß und die Gase auch die Ursachen der Strahlen und Rillen.

Was uns der Mond mit seinen Strahlensystemen zeigt, kann dem nachlässigen oder unachtsamen Gießer infolge explosiven Speiens der Formen täglich passieren. Es ist das Signal, daß die Gase sich nur mehr durch den explosiblen Auftrieb des Eisens aus der Form entfernen können. Auf dieselbe Weise sind die Strahlensysteme auf dem Monde entstanden, als die Gase und Magma nur mehr gewaltsam durch wenige Öffnungen die Oberfläche erreichten.

Zu diesen Krateröffnungen gehörten, wie an den Ausfurchungen der Außenböschungen sowie an der Umgebung infolge Massenausschüttungen leicht zu erkennen ist, die Krater Kopernikus, Kepler, Aristarchus, Autolycus, Aristoteles, Langrenus, Petavius und einige andere, während Tycho mit seinem riesigen Strahlensystem als wahrscheinlich letzter tätiger Krater unter sehr hohem Druck eine gewaltige Menge Strahlen über einen großen Teil der Mondfläche ausbreitete.

Während zur Beobachtung der Erhebungen die Phasen des Mondes die beste Gelegenheit bieten, bedarf man für die Strahlen die volle Belichtung. Die bessere Sichtbarkeit der Strahlen unter einem spitzen Winkel zur Sonne hat ihren Grund in der schimmernden Durchsplitterung der rasch abgekühlten Massen, dieser unmerklich geringen Auftragung, weshalb die Strahlen bei Vollmond am besten beobachtet werden können.

Die Entstehung der Rillen läuft in der Hauptsache auf Schwindung hinaus, obwohl Temperaturwechsel auch Spannungsrisse erzeugt haben muß.

Der Mond hat sich, wie jeder Mangel von Verwerfung zeigt, mit der gänzlichen Oberflächenabkühlung gar nicht mehr verkleinern können. Wenn daher dort lange, Berg und Tal durchsetzende Rillen und Risse vorhanden sind, so

bedeuten dieselben weniger Schwindungs- als Spannungsrisse und sind daher trotz ihrer großen Länge, wegen relativ geringer Öffnung für uns weniger gut sichtbar, als die bekannten Schwindungsrisse. Die Sichtbarkeit der Rillen hängt hauptsächlich von der Größe des Absturzes nachgerutschter Massen ab, was am auffälligsten bei der Hyginus- und der Ariadaeus-Rille zu finden ist, bei welchen die teilweise Ausfüllung teleskopisch wahrnehmbar ist.

Die riesigen Felsen, welche bei den Apenninen abstürzten, zeigen, daß die Massen in der Tiefe weniger zerrissen waren, während man weiß, daß sowohl durch die intensive Abkühlung, als auch die synodischen Temperaturschwankungen die äußersten Mondschichten vielfach zerrissen sein müssen. Zieht man in Betracht, daß Glasfluß ein guter Wärmeleiter und der synodische Temperaturwechsel kein gerade plötzlicher ist, so dürfte nach grober Schätzung die Blockgröße auf der Mondoberfläche zwischen Kubikfuß und Kubikmeter liegen und ist seit ferner Urzeit konstant, so daß das Sprichwort vom Zahn der Zeit infolge Anpassung an die Temperaturschwankung und dem Mangel einer aktiven erodierenden Atmosphäre für die Mondoberfläche keine Geltung hat.

(Schluß folgt.)



Das Exemplar der „Selenographia" des Hevelius in der Bibliothek der Treptow-Sternwarte.

Bemerkungen vom bibliophilen Standpunkte aus.

Von Dr. Stephan Kekule von Stradonitz.

Durch sein Super-Exlibris, ein in Gold in das Leder des Vorderdeckels aufgepreßtes Wappen, außerdem durch die Widmung von der Hand des Hevelius, die Archenhold a. a. O. bereits abgebildet hat[1]) kennzeichnet sich das in Rede stehende Exemplar als ein Stück aus dem Besitze des Louis-Henri de Loménie, Comte de Brienne. Das Super-Exlibris ist so, wie es auf dem Bande ist, in dem bekannten „Nouvel Armorial du Bibliophile" von Joannis Guigard, Bd. 2, Paris 1890, S. 327, abgebildet, und da es eines der beiden Super-Exlibris ist, die fast die sämtlichen Bücher tragen, die der genannte Büchersammler besessen hat, so kann damit als erwiesen angesehen werden, daß er das, ihm von Hevelius gewidmete Exemplar der „Selenographia" wahrscheinlich selbst hat einbinden, jedenfalls selbst erst mit der „Außenpressung", dem Super-Exlibris, versehen lassen.

Louis-Henri de Loménie, Graf von Brienne, war ein eifriger Bibliophile. Schon sein Vater, Henri-Auguste de Loménie, Comte de Brienne († 1666), und sein Großvater Antoine de Loménie († 1638) waren dieses gewesen. Der Titel „Comte de Brienne" ist, nebenbei bemerkt, durch Henri-Auguste infolge von dessen Ehe mit Louise de Béon de Luxembourg de Brienne erheiratet worden. Als beider Sohn ist Louis-Henri am 13. Januar 1636 geboren. Den berühmten „Fonds Brienne" des Antoine, nämlich dessen Handschriftensammlung, jetzt in der Bibliothèque Nationale, hatte Henri-Auguste, um dem allmächtigen Kardinal Richelieu zu gefallen, für ca. 180000 frcs. (nach heutigem Geldeswert: damals: 36000 livres) an diesen verkauft. Louis-Henri

[1]) Zu vergl. der Aufsatz „Johannes Hevelius" von Dr. Archenhold in Heft 10 des „Weltall" 1911 (zweites Februarheft), insbes. S. 151, Abb. 22.



erbte von Vater und Großvater somit von der großartigen Handschriftensammlung des Großvaters so gut wie nichts und von der Büchersammlung beider nicht viel, desto mehr aber war ihm die Eigenschaft, ein „Bibliophile“ zu sein, angeboren. Während seines Lebens hat er eine Büchersammlung zusammengetragen, die ihm erweislich etwa 80 000 livres, also rund 400 000 frcs. nach heutigem Geldeswert, gekostet hatte. Die äußere Lebensgeschichte des Mannes ist völlig romanhaft. Bis 1663 hat er, wie es scheint, seinen Vater in der Ausübung der Geschäfte eines Staatssekretärs vertreten. In dieser Eigenschaft hat er auch im Juni 1660 der Hochzeit König Ludwigs XIV. in San Juan de Luz beigewohnt. Aus irgend einer geheimen Ursache, die man nicht kennt, trat er 1664 plötzlich zum geistlichen Stande über wahrscheinlich infolge eines Königlichen Befehls, dessen Ursache unbekannt ist. 1667 wurde er Sub-Diacon. Nach einer Zeit wahrer oder erheuchelter Inbrunst verliebte er sich 1670 in eine Schriftstellerin und führte mit dieser bis 1673 im Ausland ein unordentliches und Anstoß erregendes Leben. 1674 wurde er zurückberufen und nacheinander in die Klöster Saint-Germain-des-Près, Saint-Benoit-sur-Loire und Saint-Lazare eingesperrt (1674 bis 1692), wo man ihn der Außenwelt gegenüber für verrückt ausgab, bis er durch Richterspruch vom 17. Juni 1692 seine Freiheit erhielt. 1696 wurde er infolge einer „lettre de cachet“ in die Abtei Saint-Séverin zu Château-Laudon gesteckt und ist daselbst am 14. April 1698 gestorben. Er hat zahlreiche Werke verfaßt: über seine Reisen, über seine Gemäldesammlung, über die französische Versbildung; man hat von ihm geistliche Dichtungen, die zu Paris im Jahre 1671 in drei Duodez-Bänden erschienen und zu denen La Fontaine das Widmungsgedicht zu Ehren des Prinzen von Conti verfaßte. Seine „Mémoires“, erschienen 1720 zu Paris in zwei Duodez-Bänden, seine „Mémoires inédits“, erschienen zu Paris im Jahre 1828 in zwei Oktav-Bänden, endlich der „waschechte Roman, oder geheime Geschichte des Jansenismus“, der noch unveröffentlicht ist, beweisen zweifellos, daß er geistig völlig gesund und höchstens von Charakter ein „Entgleister“ war. Seine Bibliothek ging auf seinen Sohn Louis-Henri den Jüngeren († 1743) über, der dafür aber gar keine Liebhaberei besaß, und sie in London am 24. April 1724 durch den bekannten Antiquar



Super-Exlibris des Louis-Henri de Loménie, Grafen von Brienne.

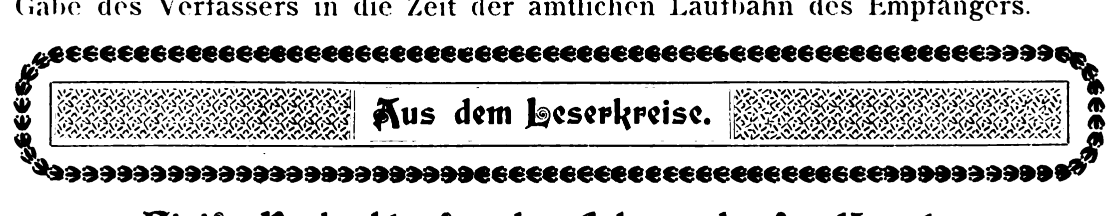
James Woodman verkaufen ließ. Infolge dieser Veräußerung gehören Bände aus der Bibliothek Loménie de Brienne — weitaus zum größten Teil übrigens von dem bekannten Dussieux gebunden — zu den geschätztesten bibliophilen Seltenheiten, namentlich in Frankreich.

Das in dem Super-Exlibris dargestellte Wappen enthält nachfolgende Bilder:

1. einen von zwei Löwen gehaltenen, gevierteilten, mit einem Herzschild belegten Schild;
2. darüber eine elfzackige Krone, überhöht von
3. einem Helm mit Helmschmuck.

Das erste und vierte, rote Feld des Schildes enthält je zwei schreitende Kühe mit goldenen Hörnern, Hufen, Halsbändern und Glocken (Béon) und das zweite und dritte, silberne Feld des Schildes je einen aufrechten blaubezungten, gold-bewehrten und -gekrönten Löwen mit doppeltem Schweif (Luxembourg). Der Hauptschild enthält im goldenen Felde einen grünen Baum, dessen Wurzeln auf einer roten Scheibe stehen; im blauen „Schildeshaupt" dazu drei silberne Rauten (Loménie). Das Helmkleinod ist das in der heraldischen Fachwelt weltbekannte der Loménie: die „Schöne Melusine" im Bade.

Da Hevelius seine Widmung am 10. April 1655 geschrieben hat, fällt diese Gabe des Verfassers in die Zeit der amtlichen Laufbahn des Empfängers.



Einige Beobachtungen des Johannesburger Kometen.

Herr W. Hinz, 2. Offizier S. S. Samland, Red Star Line, Antwerpen, schickt uns von seiner Seereise einige Beobachtungen des Johannesburger Kometen, die er während der Fahrt bei sehr klarem Wetter gemacht hat. Er schreibt:

„Am 19. Januar 1910 verließen wir New-York. Wir hatten wolkiges und schönes, klares Wetter.

Am 20. abends sahen wir etwa 7^0 über dem westlichen Horizont einen Kometen von erstklassiger Helle. Der Schweif war ca. 2 bis 3^0 lang, nach oben (Zenit) zeigend und etwas südlich abgebogen. Der Schweif verlief in eine etwas nördlichere Deklination und größere Rektaszension als der Kopf.

Um ca. $6^h\ 8^m$ p. m. = $10^h\ 35^m$ mittlerer Greenwichzeit in einer ungefähren wahren Amplitude von W. 18^0 S. ging der Komet unter. Die Schiffsposition zu dieser Zeit war $40^0\ 15'$ N. und $66^0\ 42'$ W. Ein genaues Beobachten war ob der mit Wolken bedeckten Kimm unmöglich.

Ungefähre Position des Kometen $20^h\ 53^m$ Rekt $13^0\ 39'$ S. Dekl.

Am 21. um $5^h\ 40^m$ p. m = $9^h\ 44^m\ 30^s$ m. G. Z. in $40^0\ 27'$ N. und $61^0\ 2'$ W. beobachtete bei klarem Wetter die Höhe des Kometen 6^0 22,5 Azimut N. 110^0 W. Rekt. = $20^h\ 54^m\ 19^s$ Dekl. $10^0\ 46'$ S.

Der Komet erschien an diesem Abend schwächer, ungefähr in der Lichtstärke eines Gestirns zweiter Größe. Der Schweif ungefähr wie am Abend vorher.

Am 22. abends um $6^h\ 10^m$ p m. = $9^h\ 51^m\ 49^s$ m. G. Z. in $40^0\ 42'$ N. und $55^0\ 28'$ W. Kometenhöhe $3^0\ 9'$ Azm. N. 103^0 W. Rekt. = $20^h\ 59^m\ 10^s$ Dekl. = $7^0\ 44'$ S. Der Schweif war ca. 5^0 lang sichtbar und wieder nach links abgebogen.

Am 23. abends um $5^h\ 53^m = 9^h\ 15^m\ 16^s$ m. G. Z. in 40° 59′ N. und 49° 59′ W.

Höhe des Kometen = 7° 43′ w. Azm. = N. 106° W. Rekt. = $21^h\ 8^m\ 13^s$ Dekl. = 6° 46′ S.

Der Schweif war an diesem Abend schlecht sichtbar. Lichtstärke ungefähr zweiter Größe.

Am 24. um $5^h\ 59^m$ p. m. = $8^h\ 57^m\ 33^s$ m. G. Z. in 42° 00′ N. und 44° 35′ W.

Höhe des Kometen 7° 45′,5 w. Azm. N. 104° W. Rekt. = $21^h\ 13^m\ 6^s$ Dekl. = 5° 2′ S.

Der Schweif des Kometen war an diesem Abend ungefähr 15° lang, stand ziemlich senkrecht zum Horizonte, am oberen Ende vielleicht etwas nach Süden abgebogen. Der Schweif des Kometen bildete somit mit dem Äquator einen Winkel von ungefähr 40°.

Am 25. abends war der Himmel bedeckt, sahen daher den Kometen nicht.

Am 26. sahen wir den Kometen wieder; da es aber wolkiges Wetter war und sich oft bezog, nur für kurze Zeit. Um $6^h\ 6^m$ p. m. = $8^h\ 18^m\ 12^s$ m. G. Z. beobachtete die Höhe 7° 47′,5, wahres Azm. N. 102° W. Rekt. = $21^h\ 22^m\ 55^s$ Dekl. = 2° 37′,5. Der Schweif war ob der Wolken nur 2 bis 3° lang sichtbar. Schiffsort: 45° 58′ N. und 33° 6′ W.

Am 27. abends sahen wir den Kometen nur für kurze Zeit und schwach. Der Schweif war an diesem Abend ca. 50° lang und endete mit einem starken südlichen Bogen in der Nähe des Planeten Saturn.

Am 28. abends sahen wir den Kometen für kurze Zeit mit einem ungefähr 30° langen Schweife, welcher wie am vorhergehenden Abend stark nach Süden abgebogen war.

Am 29. Januar sah ich den Kometen sehr schwach ohne merklichen Schweif, weil noch zu hell. Später sah ich nur noch das Ende eines langen, schwachen Schweifes; der Komet selber war von Wolken bedeckt. Später habe ich den Kometen nicht mehr gesehen. Es schien aber, daß er bei allen späteren Beobachtungen schwächer war."



Kleine Mitteilungen.

Über die Eigenbewegung der Fixsterne[1]) hat Hofrat E. Weiß eine Abhandlung von Professor S. Oppenheim der Wiener Akademie der Wissenschaften überreicht und dazu bemerkt: „In den letzten Jahren sind in den Eigenbewegungen der Fixsterne systematische Gesetzmäßigkeiten erkannt worden, die darauf hinzudeuten scheinen, daß die Fixsterne nicht alle einem einzigen, sondern mehreren Sternsystemen angehören. In dieser Beziehung hat speziel Kapteyn die Hypothese aufgestellt, daß das Sternenheer aus zwei Schwärmen bestehe, deren Bewegungen ganz unabhängig voneinander vor sich gehen, und Eddington diese Annahmen mathematisch zu begründen gesucht. Demgegenüber stellte Schwarzschild die Hypothese auf, daß das Sternsystem eine Art krystallinische Struktur besitze und in ihm die Geschwindigkeiten der Bewegung von drei Hauptachsen bedingt werden wie die Lichtgeschwindigkeit in einem Krystall. Es gelang ihm auch die Lage dreier solcher Achsen mit genügender Annäherung festzulegen. Außerdem hat aber Gyldén darauf aufmerksam gemacht, daß die beobachteten Erscheinungen sich einfach auch dadurch erklären lassen, daß wir die Bewegungen nicht vom Zentralpunkte aus, sondern von einem Körper sehen, der sich selbst um ihn bewegt. Es sei dieselbe Erscheinung wie die, von der Erde aus gesehen, so verwickelten Bewegungen der Asteroiden.

Oppenheim untersucht nun, gestützt auf das über die Eigenbewegungen der Fixsterne vorhandene Material, eingehend diese drei verschiedenen Hypothesen mittels Fourrierscher Reihen und gelangt dabei zu folgenden Resultaten:

[1]) Vergl. „Weltall", Jahrg. 11, Seite 294.

1. Die Teilung des ganzen Systems der Fixsterne in einzelne Schwärme mit verschiedenen Bewegungsrichtungen ebenso wie die Annahme eines krystallinischen Baues, in dem die Geschwindigkeitsausbreitung nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist, ist zur Erklärung der in den Spezialbewegungen der Sterne nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten weder notwendig noch gerechtfertigt.

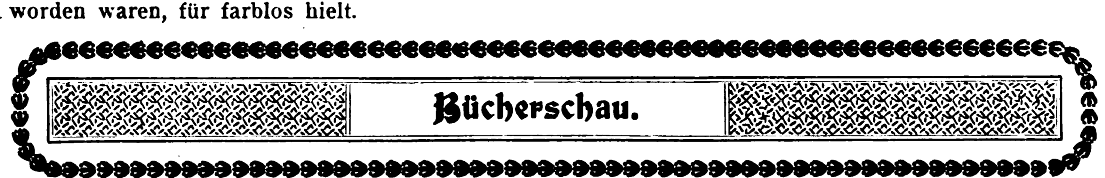
2. Die harmonische Analyse der Eigenbewegungen der Sterne, sowohl was ihre Größe anlangt, als auch was rein statistische Abzählungen der Sterne im Verhältnis zum Positionswinkel der Eigenbewegungen betrifft, führt vielmehr zu der Vorstellung, daß die konstatierten Gesetzmäßigkeiten den gleichen Charakter zeigen wie jene, die sich im geozentrischen Laufe der kleinen Planeten konstatieren lassen.

3. Die Frage, ob durch diese Vorstellung allein der Beweis dafür erbracht ist, daß sich so wie die Planeten auch die Sterne in geschlossenen Bahnen um einen Zentralkörper oder Zentralpunkt bewegen, bleibt noch offen."

* * *

Über die Elemente des Thuliums hat Freiherr Auer von Welsbach schon früher im Wiener Akademischen Anzeiger No. 27 1908 berichtet. Er fand drei verschiedene Elemente. In neueren Untersuchungen hat er nun festgestellt, daß das interessanteste von diesen Tu II ist, für das der Name Thulium belassen wurde, weil es viele der charakteristischen Merkmale besitzt, die man bisher dem mit Thulium bezeichneten Gemenge zugeschrieben hat.

Die Salze dieses Elementes sind bei Tageslicht blaß grünlichgelb, bei Lampenlicht, in welchem die roten Strahlen vorherrschen, smaragdgrün. Diese Farbe ist nahezu komplementär mit der Farbe der Erbiumsalze, woraus sich erklärt, daß man die Thuliumsalze, die stets nur erbiumhältig erhalten worden waren, für farblos hielt.



Bücherschau.

Georg Helm, Die Grundlehren der höheren Mathematik. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1910. XV und 419 Seiten mit 387 Figuren im Text. Preis geheftet 12 M., gebunden 13 M.

Seit dem Jahre 1906 wird von dem Verf. an der Technischen Hochschule in Dresden eine einheitliche Vorlesung über höhere Mathematik gehalten, die, sich über vier Semester erstreckend, alle für ein gedeihliches Studium der gesamten technischen Mechanik, der Elektro- und Thermodynamik erforderlichen Gebiete der analytischen Geometrie, Differential- und Integralrechnung umfaßt. Der wesentliche Inhalt dieser Vorlesung ist in dem vorliegenden Buche niedergelegt, das allerdings kein Lehrbuch sein, sondern dazu dienen soll, die in der Vorlesung gewonnenen Begriffe und Methoden für den späteren Gebrauch bei Wiederholungen und Anwendungen sicherzustellen. Das vielfach durch Anwendungen der theoretisch gewonnenen Begriffe auf die Probleme der Praxis belebte Werk erscheint geeignet, seinen Zweck ausgezeichnet zu erfüllen.

Clausthal i. H. Werner Mecklenburg.

* * *

B. Börnstein und W. Marckwald, Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Zweite Auflage. (Aus Natur und Geisteswelt. Teubner, Leipzig 1910.)

Unter diesem Titel bringen die Verfasser eine Reihe von Abhandlungen, die in allgemeinverständlicher Form die verschiedenen Strahlungsprobleme behandeln. Das erste Kapitel schildert die charakteristischen Kennzeichen der Strahlen, ihre Wellenlänge, Geschwindigkeit, Brechung, Interferenz und Beugung. Das zweite Kapitel beschäftigt sich eingehend mit den Schallquellen und den durch sie hervorgerufenen Erscheinungen. Das dritte handelt von den Lichtstrahlen, schildert ausführlich die optischen Vorgänge auf Grund der Wellennatur des Lichts. Im vierten Kapitel wird das Zustandekommen der unmittelbar nicht wahrnehmbaren Strahlungsarten auseinandergesetzt, die ultrarote, ultraviolette und Röntgenstrahlung eingehend besprochen. Dann werden die Strahlen elektrischer Kraft und die auf ihnen beruhende drahtlose Telegraphie behandelt. Das letzte Kapitel beschäftigt sich mit den Strahlungsarten der radioaktiven Stoffe und deren Wirkungsweise in ausführlichem Maße. Besonders hervorzuheben ist die reiche Ausstattung des Bändchens mit zahlreichen Illustrationen, die das Verständnis der klaren Darstellung noch mehr erhöhen. Jedem, der sich über dieses interessante Gebiet informieren will, kann die Schrift nur dringend empfohlen werden.

W. H.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 15. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** **1911 (Erstes Maiheft).**
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über die Brownsche Molekularbewegung.

Von Dr. F. Henning.

Wenn die exakten Naturwissenschaften sich nur darauf beschränkten, alle Erscheinungen zu beschreiben, so würden sie nichts als ein unentwirrbares und nutzloses Chaos von Tatsachen aufhäufen können. Erst die Theorie, auch wenn sie auf den schwankenden Boden einer Hypothese gebaut ist, bietet die höhere Warte, von der aus die Resultate des experimentierenden Forschers mit geringer Mühe überblickt werden können und von wo aus ein tieferer Einblick in die Geheimnisse der Natur möglich ist.

Eine der ältesten Hypothesen, die auf dem Boden der Chemie erwuchs, ist die Annahme gewisser kleinster Teilchen, der Moleküle und Atome, aus denen jede Masse, sei sie fest, flüssig oder gasförmig, bestehend gedacht wird. Den Molekülen werden ganz bestimmte Eigenschaften zugeschrieben. Fußend auf wohlüberlegten Versuchen sprach bereits vor 100 Jahren Dalton die Vermutung aus, daß irgend zwei Gase von gleicher Temperatur und gleichem Druck gleich viel Moleküle im Kubikzentimeter enthalten. Diese Zahl, welche wir weiter unten kennen lernen werden, möge mit n bezeichnet werden. Bei den Gasen liegen die Verhältnisse am einfachsten, da hier die Moleküle im Gegensatz zu den flüssigen und festen Körpern so weit voneinander entfernt sind, daß sie aufeinander fast gar keine Fernkräfte ausüben. Darum hat die Molekulartheorie auch auf diesem Gebiet die reichsten Früchte geerntet. Hier wurde die Erkenntnis gewonnen, daß die Moleküle bei ihrer dauernden Bewegung häufig wie Billardkugeln zusammenprallen und daß die Energie, die in der Bewegung eines Moleküls enthalten ist, zwar in jedem Augenblick wechselt, da das Teilchen je nach den erlittenen Stößen seine Geschwindigkeit verändert, daß aber der über eine längere Zeit genommene Mittelwert seiner Bewegungsenergie für alle Moleküle derselbe ist, wenn nur die Temperatur die gleiche bleibt. Ändert sich die Temperatur, so ändert sich auch die mittlere Energie E. Diese ist stets

proportional der sogenannten absoluten Temperatur T, die sich von der gewöhnlichen nach der Celsiusskala gemessenen Temperatur t durch ein additives Glied unterscheidet, indem man setzt: $T = t + 273$. Bezeichnen wir mit α einen Proportionalitätsfaktor, so ist also $E = \alpha T$. Der Faktor α ist in der Molekularphysik von der größten Wichtigkeit. Er ist nicht nur derselbe für alle Moleküle desselben Gases, sondern auch für jedes Molekül irgend eines sich in gasförmigem Zustand befindlichen chemischen Elementes. Aber noch mehr, van 't Hoff konnte aus Beobachtungen an verdünnten Lösungen, also z. B. an einer Lösung von etwas Zucker in Wasser schließen, daß die Moleküle des gelösten Stoffes sich ganz den Gesetzen für gasförmige Körper fügen und daß insbesondere für dieselben genau wie vorher $E = \alpha T$ ist. Nur ein kleiner Schritt weiter führt zu der Vorstellung, daß alle Moleküle der Flüssigkeit, gleichgültig, ob sie dem gelösten Stoff (Zucker) oder dem Lösungsmittel (Wasser) angehören, dieselbe mittlere Bewegungsenergie E besitzen. Das Zuckermolekül ist nun schon verhältnismäßig recht groß; es besteht aus 45 Atomen. Die Gesetzmäßigkeit muß aber auch Gültigkeit behalten für noch größere Moleküle, ja selbst für Molekülkomplexe, die wir so groß wählen können, daß sie dem menschlichen Auge sichtbar werden.

Die Verwirklichung eines solchen Versuches könnte uns eine Bestätigung für das wirkliche Vorhandensein der Moleküle sein. Wir müssen hier indessen eines bedenken: mit dem Auge können wir nicht die Energie der Teilchen wahrnehmen, sondern nur ihre Bewegung und ihre Geschwindigkeit messen. Die Energie E stellt sich dar als das halbe Produkt aus der Masse des Teilchens und dem Quadrat seiner Geschwindigkeit. Wenn nun E für alle Teilchen denselben Wert hat, so ist die Geschwindigkeit um so größer, d. h. die Bewegung um so heftiger, je kleiner die Masse des Teilchens ist. Wir dürfen also keine zu großen Molekularkomplexe für die Beobachtung wählen, da sonst die zu erwartende Berechnung so klein sein wird, daß wir sie nicht messend verfolgen können.

Es ist glücklicherweise gelungen, auf der goldenen Mittelstraße zum Ziel zu gelangen. Die Prüfung der Molekulartheorie hat auf diesem Wege stattfinden können und hat zu einer glänzenden Bestätigung geführt. Es mag auf diese Untersuchungen, die am eingehendsten von dem französischen Forscher Perrin durchgeführt sind, etwas näher eingegangen werden. Perrin hat seine hierauf bezüglichen Arbeiten in einem kleinen sehr lesenswerten Buch[1]) zusammengefaßt, das im vorigen Jahr in deutscher Übersetzung erschien und der vorliegenden Betrachtung mehrfach zugrunde gelegt ist.

Wenn man Wasser in ein Gefäß gießt, so bemerkt man, daß die Flüssigkeit nach einiger Zeit völlig zur Ruhe gelangt. Das unbewaffnete Auge nimmt keine Bewegung mehr wahr. Blickt man aber durch ein stark vergrößerndes Mikroskop, so sieht man bei guter Beleuchtung, daß sich in dem Wasser enthaltene Staubteilchen noch bewegen und diese Bewegung dauert an, ohne jemals zur Ruhe zu kommen. Diese Erscheinung heißt nach ihrem Entdecker Brown, der sie im Jahre 1827 zuerst wahrnahm, aber noch nicht erklärte, die Brownsche Bewegung. Auf den ersten Blick erscheint es, als wenn wir hier eine Tatsache vor uns hätten, die mit unseren physikalischen Grundgesetzen in Widerspruch stände. Jede uns sonst bekannte Bewegung kommt nach gewisser Zeit infolge

[1]) Die Brownsche Bewegung und die wahre Existenz der Moleküle von J. Perrin. Sonderausgabe aus „Kolloidchemische Beihefte“, herausgegeben von Wo. Ostwald, Dresden 1910. 84 S.



von Reibung zur Ruhe, während sich die Energie der Bewegung in Wärme verwandelt, und hier soll die Bewegung immerfort dauern, so daß wir unwillkürlich an das perpetuum mobile erinnert werden. Sehen wir aber näher zu, so schwinden alle Bedenken, denn die Molekulartheorie hat ja gerade zu der Annahme geführt, daß Wärme nichts anderes ist als Energie, die in der unregelmäßigen Bewegung der kleinsten Teilchen enthalten ist. Beim perpetuum mobile handelt es sich im Gegensatz hierzu um eine geordnete Bewegung, die etwa in gewissen Perioden Geschwindigkeiten in ganz bestimmter Richtung besitzt, die also prinzipiell verschieden ist von der Wärmebewegung. Aus jeder geordneten Bewegung kann man nutzbare Arbeit gewinnen. Dasselbe gilt nicht von der ungeordneten Bewegung. Freilich kann auch sie Arbeit leisten, doch dauernd nur dann, wenn sich gleichzeitig andere Vorgänge abspielen, die den Gewinn an Arbeit wieder völlig illusorisch machen. Wir dürfen nun nicht mehr sagen, daß jede Bewegung infolge von Reibungswiderständen unter Entwicklung von Wärme mit der Zeit zur Ruhe kommt, sondern, daß jede geordnete Bewegung sich nach und nach in eine ungeordnete verwandelt.

Den von Brown zuerst beobachteten Vorgang können wir dem Verständnis noch auf etwas anderem Wege näher bringen. Denken wir uns einen verhältnismäßig großen festen Körper, etwa einen Würfel von 1 mm Seitenlänge, in eine Flüssigkeit von gleicher Dichte geworfen, so daß der Würfel mitten in der Flüssigkeit schwebt, dann wird er nach einiger Zeit für den Beobachter völlig zur Ruhe zu kommen scheinen. Auf alle Flächen des Würfels prallen eine große Anzahl Moleküle auf, von denen jedes einzelne zwar sehr verschiedene Energie besitzt, aber nimmt man den Mittelwert von den Stoßkräften, die alle auf eine Seitenfläche auftreffenden Moleküle ausüben, so ist derselbe für alle Flächen sehr nahe der gleiche, so daß keine sichtbare Bewegung des Würfels resultiert. Denken wir uns aber den Körper 10 000 mal kleiner, so daß er im Mikroskop noch gut wahrnehmbar ist, dann treffen auf jede Fläche schon so wenig Moleküle auf, daß der Mittelwert ihrer Stoßkraft nicht mehr dauernd derselbe ist und auch für die verschiedenen Flächen sich unterscheidet, so daß eine sichtbare Bewegung der Körper zustande kommt.

Die Bedeutung der Brownschen Bewegung wurde erst seit dem Jahre 1888 erkannt, nachdem der französische Forscher Gouy durch sehr sorgfältige Versuche nachgewiesen hatte, daß sie einzig und allein durch Stöße der Moleküle zu erklären sei. Gouy fand die Brownsche Bewegung bei Nacht und in einem tiefen Stollen ebenso stark wie bei Tage und an der Oberfläche der Erde, woraus zu schließen ist, daß sie nicht etwa durch bisher unbekannte von der Sonne ausgesandte Strahlen hervorgerufen wird. Auch verdankt sie ihre Ursache nicht etwa Strömungen, die infolge von Temperaturunterschieden in der Flüssigkeit auftreten. Allerdings läßt sich die Brownsche Bewegung nur durch gute Beleuchtung sichtbar machen, der man aber fast alle Wärmewirkung nehmen kann. Auch hat verschiedenfarbiges Licht keine Unterschiede erkennen lassen. Es ist also kein Zweifel daran möglich, daß die Brownsche Entdeckung uns sichtbare Kunde gibt von der Existenz der Moleküle und ihrer Bewegung und somit die ursprüngliche Hypothese von der atomistischen Struktur der Materie zur völligen Gewißheit erhebt.

Nun ist es naheliegend zu fragen, ob uns die Brownsche Bewegung nicht auch Auskunft über gewisse Eigenschaften der Moleküle erteilen kann, über ihren Durchmesser, ihre Anzahl n im Kubikzentimeter und die Konstante α.

Die ungefähre Größe dieser Zahlen ist schon unter Annahme einiger Hilfshypothesen bestimmt worden, aber es war zu hoffen, durch direkte Beobachtungen mit dem Auge beträchtlich genauere Werte zu erhalten. Dies ist in der Tat Perrin, dem Verfasser der eben erwähnten Schrift, durch sinnreich ausgedachte Versuche glänzend gelungen. Exakte Messungen waren nur zu erwarten, wenn sich die in der Flüssigkeit schwimmenden Teilchen alle kugelförmig und von gleichem Durchmesser herstellen ließen, da nur dann die nötigen Rechnungen mit genügender Genauigkeit durchführbar sind. Diese Forderung erfüllte Perrin, indem er nach einem Zentrifugierverfahren, das hier nicht näher beschrieben werden soll, aus Emulsion von Gummigutti (einer gelben Wasserfarbe) oder Mastix (einem Pflanzensaft, der zur Bereitung von Firnis dient) kugelförmige Teilchen von sehr nahe gleichem aber beliebigem Durchmesser aussondern konnte. Für die Beobachtung eignen sich am besten Durchmesser von $^1/_{1000}$ bis $^1/_{10\,000}$ mm. Leider ist es nicht möglich, die Geschwindigkeit, mit der diese Teilchen die Brownsche Bewegung ausführen, direkt zu bestimmen, da die von ihnen beschriebene Bahn so viele und schnelle Richtungsänderungen erleidet, daß sie mit dem Auge nicht verfolgt werden können. Wohl aber kann man feststellen, wie viel Zeit ein Teilchen braucht, um sich von einem Punkt, den es in einem gewissen Moment einnahm, um ein gewisses Stück zu entfernen. Nach einer genialen Überlegung Einsteins genügt die Beobachtung dieser Größe zur Auffindung der Zahl n. Das Auge kann uns aber noch andere wertvolle Aufschlüsse liefern. Wenn man das Gesichtsfeld des Mikroskops durch ein feines Loch sehr verringert, so ist es möglich, die dauernd wechselnde Anzahl der Teilchen, die in einem Moment sichtbar sind, zu zählen. Man muß indessen den Versuch so einrichten, daß man nicht mehr als 5 oder 6 Teilchen gleichzeitig sieht, da sonst die Zählung nicht schnell genug erfolgen kann. Wiederholt man diese Operation etwa hundertmal und nimmt man das arithmetische Mittel aller Einzelzahlen, so erhält man eine Größe, die mit erheblicher Genauigkeit die Teilchendichte an der betreffenden Stelle angibt, auf die das Mikroskop gerichtet ist. Durch Verstellen des Mikroskops kann man bewirken, daß man nun die Teilchen etwa in einer tieferen Schicht deutlich sieht. Bestimmt man auch hier die Dichte, so findet man eine Zahl, die größer ist als die vorherige. Die so ermittelte Veränderung der Teilchendichte mit der Höhe, liefert ein anderes Mittel zur Bestimmung von n.

Perrin findet $n = 315 . 10^{17}$, d. h. die Anzahl der Moleküle, die bei 0° und 1 Atm. Druck in 1 ccm vorhanden sind, ist gegeben durch die Zahl 315, an die noch 17 Nullen zu hängen sind. Die in nahem Zusammenhang mit n stehende Größe α, welche mit der absoluten Temperatur multipliziert, die mittlere Bewegungsenergie eines Moleküls darstellt, wird zu $\frac{0.042}{1 . 10^{22}}$ Kalorien gefunden, was bedeutet, daß die gesamte Bewegungsenergie von $9 . 10^{20}$ Molekülen, die sich auf 0° C. befinden, gleich derjenigen Energie ist, die man nötig hat, um 1 g Wasser um 1° zu erwärmen. Lange bekannte Formeln stellen die Brücke her, um aus n oder α die Durchmesser der kugelförmig angenommenen Moleküle auszurechnen. Hierfür ergeben sich äußerst kleine Zahlen. Drücken wir sie nicht in Zentimetern aus, sondern in einer Einheit, die $1 . 10^8$ mal kleiner ist, so findet Perrin für Helium 1,7, Quecksilber 1,8, Wasserstoff 2,0, Sauerstoff 2,6, Stickstoff 2,7. Um uns von diesen Dimensionen ein ungefähres Bild zu machen, können wir uns vorstellen, daß sich der Größe nach ein Molekül etwa zu einem Tennisball verhält, wie ein Tennisball zu der Erdkugel.



Zur Genesis des Mondes.

Von Robert Schindler.

(Schluß.)

(Mit einer Doppelbeilage.)

5. Der Mangel an Wasser und Luft.

Wer die Genesis des Mondes genauer studiert, dem muß es klar werden daß eine Zeit kommen mußte, wo infolge fortschreitender Abkühlung, unzählige Gasblasen von riesigen Dimensionen die äußerste Mondrinde nicht mehr zu durchdringen vermochten, so daß durch viele Beulen auf der Oberfläche, eine Menge Stellen solcher Gaseinschlüsse zu erkennen sind. Ferner kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß neben den teleskopisch sichtbaren Rissen in der glasartigen, gewaltsam abgekühlten Mondrinde, naturgemäß sich bis in Tiefen von mehreren Kilometern kleinere Risse befinden müssen, so daß die durch Blasen gebildeten Hohlräume nach verschiedenen Richtungen mit der Oberfläche Verbindungen haben. Jeder, der mit dem Glasflusse, seiner Behandlung und besonders der unerlässlichen künstlichen Abkühlung in der Glasfabrikation vertraut ist, kann über diese Vorgänge mehr aus Erfahrung sprechen.

Die zirka 81mal geringere Wassermenge des Mondes gegenüber der der Erde, hat also in den Blasenhohlräumen unter der Mondoberfläche reichlich Platz gefunden, sonst müßten sich während der 14tägigen Belichtungsdauer, Dampf- und Wolkenbildungen bemerkbar machen, welche der Beobachtung unmöglich hätten entgehen können. Dieser Zustand unter der Mondoberfläche steht also im strikten Gegensatze mit den Zuständen in unserer Erdrinde, bei der in bedeutenden Tiefen gar keine und in geringeren Tiefen wohl Hohlräume aber niemals blasenartiger Natur zu treffen sind, da so etwas weder in den Sedimentablagerungen noch in den aus der Tiefe dislozierten Eruptivmassen möglich wäre. Es ist sonderbar, daß es immer noch Gelehrte gibt, deren Bestreben dahin geht, für die Analogien des Mondes und der Erde Beweise zu erbringen, während diese Gestirne in Bezug auf Maße, Lebensdauer und Aufbau durchaus verschieden sind, wie das bezüglich der internen und externen Wasserhaltung beider Gestirne nicht weniger der Fall ist. Es dürfte demnach ziemlich zutreffend sein, wenn man bezüglich der Wasserfrage sagt: „bei richtigem Verständnis für die Genesis des Mondes ergibt sich die Lösung der Wasserfrage von selbst.“

Bevor wir uns mit der Atmosphärenfrage des Mondes befassen, wollen wir vorab die Rotationsfrage der Venus zu Rate ziehen. Im Jahre 1889 überraschte Schiaparelli die Astronomen durch die Mitteilung, daß nach seinen achtjährigen Beobachtungen, der Merkur in 88 Tagen sich um seine Achse drehe und gleichzeitig einen Umlauf um die Sonne vollende. Später äußerte er sich, daß dieser synchrone Zustand, bei dem die Achsendrehung und der synodische Umlauf zusammenfallen wie beim Erdmond und Merkur, auch bei der Venus vorhanden sei, und sich in 225 Tagen vollziehe. Dieser Ansicht haben sich damals Perrotin, Terby, Vogel, Holden, Lowell und andere angeschlossen. Heute hat es den Anschein, daß die große Mehrzahl der Astronomen, gleich den vielen älteren Gelehrten des 19. Jahrhunderts, der Venus eine Rotationsdauer von zirka 23,5 Stunden zuschreiben.

In diesem Jahrgange „Das Weltall“, Heft 8, schreibt Felix Linke über „Die ‚Vermondung‘ der Erde und der Planeten“. Der Verfasser kommt darin in Bezug auf die Frage der Venusrotation zu dem einfachen Schluß, daß die Venus sich wie die Erde, in Rotation befinden müsse, da sie eine bedeutende Atmosphäre besitze, welche sich andernfalls auf der Nachtseite infolge großer Kälte (zirka 250°), gänzlich verflüssigen, und ebenso die Verflüssigung der nachströmenden Atmosphäre der Vorderseite zur Folge haben müßte. Diese sehr wahrscheinlich richtige Annahme, läßt mit ziemlicher Sicherheit darauf schließen, daß beim Monde die ohnedies schwache Atmosphäre, längst vor der Verlangsamung bis zur Zwangsläufigkeit, als Kondensprodukt, durch die vielen Mondspalten den Weg in das Innere des Mondes fand.

Der Mond kann wegen der Temperaturextreme und des Mangels an Wasser auch unmöglich eine Vegetation irgend welcher Art besitzen, während es anderseits eher als möglich erscheint, daß Ursprung und Entwicklung alles vegetabilischen und animalischen Lebens unter dem Einflusse von Wasser zustande gekommen ist, oder mit anderen Worten, daß eine organische Entwicklung ohne Feuchtigkeit nicht möglich ist, wobei zuträgliche Temperaturen ein Haupterfordernis bilden.

6. Zur Topographie des Mondes.

Der große Mondforscher Neison sagt in seinem bedeutenden Werke über den Mond (1881, Seite 28): „Der allgemeine Eindruck der die Mondoberfläche bildenden Formationen deutet auf gänzliche Unähnlichkeit mit denjenigen der Erde“. Das ist eine Äußerung, welcher jeder zustimmen muß, der sich mit der Genesis der Mondoberfläche eingehend befaßt hat, und besonders dann, wenn er von der Richtigkeit der gasigen und glühendflüssigen Auftriebe überzeugt ist. Zur besseren Erklärung jener Vorgänge hat der Verfasser nachstehende Mondbilder aus dem Pariser Mondatlas verkleinert aufgenommen. Wie bei Sonnen- und Planetenbildern üblich, sind auch diese nach der Erscheinung im umkehrenden Fernrohr dargestellt.

In Fig. 1 unserer Doppelbeilage finden wir oben links den Petavius, ein großes Gebilde von zirka 125 km Durchmesser. Man erkennt sofort, daß es sich hier um einen doppelten Rand handelt, wie wenn man zwei passende Teller aufeinander legt, von welchen der innere einen klaffenden Riß aufweist, welcher von Schröter entdeckt wurde. Es befinden sich jedoch dort noch andere Risse, welche auf dem Bilde nicht sichtbar sind, dieselben wurden von Gaudibert und Nielsen aufgefunden, wovon eine besonders gute Darstellung Nielsen im „Sirius“ gebracht hat. Besonders die untere Umgebung des Walles zeigt, daß das dort aus großen Höhen niedergeplätscherte Magma die Außenböschung gewaltig ausgefurcht hat, so daß die doppelte Wand gegen Nordwest angeschmolzen und verschweißt wurde. Der äußere Wall war ursprünglich wie allgemein ein regelmäßiges Gebilde bis es zusinterte. Durch Abkühlung wurde auch die Zusinterung wieder zerrissen, die Stichflammen austretender Gase weichten den Schlund wieder auf, worauf die Tätigkeit von neuem begann, was vorab die Bildung der zweiten Tellerform zur Folge hatte. Durch höheren Gasdruck und Magmazufuhr wurde der Schlot ein heftiger „Speier“. Die fortgeschrittene Abkühlung der Unterlage sowie die Kälte von außen, haben den neuen Aufguß zersprengt, welcher Vorgang durch das stärkere, linsenförmig

aufgesickerte Wärmezentrum begünstigt wurde. Gegen die Mitte konnte sich die Spalte erst durch die später nachfolgende Abkühlung erweitern. Wie die damaligen Versuche, in der Mitte von neuem auszubrechen, durch äußere Abkühlung unterdrückt wurden, zeigt eine große Gruppe von kleinen Sickerkegeln, wie solche bei vielen Objekten deutlich zu erkennen sind. Der Petavius ist für solche Studien eines der interessantesten Mondgebilde. Durch Rißbildung auf dem Fuße der Außenböschung entstand der Wrottesley, wobei ein kleiner Teil des Petaviuswalles abgeschmolzen wurde.

In Fig. 2 sehen wir oben den Clavius, welcher die komplizierteste Wallebene des Mondes bildet und 228 km Durchmesser hat. Wenn sich Wallkrater bilden wie hier zwei auffällige vorhanden sind, so hat dies seinen Grund darin, daß an der Wallkrone, wo die Abkühlung am größten war, die Masse am kleinsten ist, weshalb radiale Risse den Stichflammen den Weg öffnen, worauf die Abschmelzung und Kraterbildung beginnt. Das geübte Auge erkennt sofort, daß diese Gegend nach der Bildung des Clavius und vor der Bildung des Tycho, unten links, durch eine diagonale Überflutung verwüstet wurde, und alle kleineren Krater durch ihre Vollkommenheit an den Rändern als neue Blasenkrater deutlich zu erkennen sind. Ganz im Gegensatze zum Petavius, bei welchem das ausgespritzte Magma mehr auf die Böschung fiel, hat der Tycho sein Magma unter riesigem Druck tausende von Kilometer weit nach allen Seiten fortgespieen, so daß in seiner Nähe kein Magma niederstürzte. Nach dem Auswurf zu schließen, dürfte Tycho der letzte der speienden Krater gewesen sein.

In Fig. 3 findet man oben rechts Ruinen eines Walles, welcher sich in Fig. 4 unten links wiederholt, woraus sich der Zusammenhang beider Bilder ergibt. Hier bietet sich Gelegenheit, auf den großen Unterschied der Zerstörungen aufmerksam zu machen, welche infolge Überflutung durch Strömungen oder langsamer Ausbreitung glühendflüssiger Massen zur Marebildung entstanden sind. Strömungen, wie dieselben auf beiden Bildern ersichtlich sind, hatten eine kurze Dauer, weshalb dieselben ruinenhaft verwüsteten, und in den zurückgelassenen Flächen viele und große Risse zeigen, weil die Zeit nicht ausreichte, die Flächen dieser Gegenden genügend zu erwärmen. Durch die Ausbreitung der Mareebenen sind im Gegenteil eher Runzeln entstanden, weil die genügende Erwärmung der Unterlage treibend wirkte und die Zeitdauer hinreichte, die Aufschüttung mit der Unterlage homogen zu verbinden. Es würden demnach die runzeligen Flächen mehr den Namen Mare verdienen, wie es tatsächlich zu sein scheint, während den stark mit Rissen durchsetzten Flächen eher der Name Palus (Sumpf) zukäme. In Bezug auf das gesagte ist es z. B. nicht richtig, daß man dem großartigen Mare Imbrium bei seiner imposanten runden Ausdehnung, in dem schönen Bogen Eratosthenes, Apenninen, Capine, Plato, einen Palus Nebularum untergeordnet hat, welcher Irrtum durch die bei Vollmond hervortretende Beleuchtung der Ausschüttung des Autolycus entstanden sein muß.

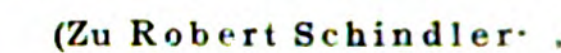
Die nach der Überflutung entstandenen Gebilde der Fig. 3 und 4 sind sämtlich Blasenkrater und als vollkommene Objekte leicht zu erkennen. Schon 1884 schrieb P. Lehmann: „Man kann im Einklang mit dem Ergebnis neuerer experimenteller Forschungen die eigentümlichen Oberflächenbildungen des Mondes bezeichnen als Blasenbildungen, welche durch das Entweichen innerer Gase verursacht wurden.“ Daß er damit, inbezug auf die Gebilde bis

mittlere Größe recht hatte, ist heute für den Schreibenden ein überwundener Standpunkt. Im Jahre 1890 wurde die Blasenbildung, in den Annalen der Physik und Chemie S. 361 von Ebert zu den sehr hypothetischen und weit hergeholten Annahmen gezählt, während in Wirklichkeit wie früher schon bemerkt, alle Gebilde auf dem Monde inklusive Strahlenbildungen, durch das Spiel glühendflüssiger Massen infolge Auftrieb und Expansion glühender Gase entstanden sind. Als schöne Blasenkrater zeigen sich in Fig. 3 Ukert, Triesnecker und Horrocks und in Fig. 4 Mösting, Lalande und Herschel.

Der Umstand, daß manche Wälle nicht kreisrund sind, hat mitunter zur Ansicht geführt, daß die Genesis der Wallbildung Neigung für polygonale Formen gehabt habe. Natürlich können ungleiche Temperaturwiderstände oder ältere Gebilde Veranlassung zum unrund werden, gegeben haben, die Grundform ist jedoch naturgemäß rund. Wie jedoch Zerstörungen durch Überflutung von Wallebenen solchen Wällen eine Sechseckform geben können, das beweist Fig. 4 besser als die scheinbar beste Theorie. Wie man am Fuße des Bildes sieht, hat die Überflutung und Zerstörung in der ganzen Breite stattgefunden. Durch die inneren und äußeren Widerstände und Abschmelzungen der Wälle Arzachel, Alphons und Ptolemäus, wurde denselben eine veränderte Form gegeben. Oben neben dem Arzachel befinden sich einige später entstandene Blasenkrater. Der Strom nahm seinen Weg teils mitten durch und teils links am Arzachel vorbei, zerstörte den oberen und unteren Wall desselben und ebenso den oberen und den mit dem Ptolemäus gemeinschaftlichen Wall des Alphons. Die Strömung links vom Arzachel führte teils in den Alphons und teils außen herum über den Wall des Ptolemäus an dessen unterem Ende, wo sich damals noch kein Blasenkrater befand, sich die charakteristische Spitzenbresche des Sechseckes bildete. Links und rechts an den Flanken, ist die Geraderichtung durch die Strömung bis zu einem gegebenen Widerstandswinkel von ca. 60°, beim Alphons und noch besser beim Ptolemäus, gut zu erkennen. Sehr schön sind auch die rechtsseitigen Überläufe mit ihren Furchen auf der Außenböschung dieser beiden Wälle zu verfolgen. Diese Wälle müssen vor der Ausfüllung durch den Strom bedeutend tiefer gewesen sein. Die beiden Wälle, die unterhalb befindlichen Ruinen und dazwischen der neu erstandene Herschel, bilden einen großartig interessanten Kontrast. Die Katastrophe muß von ganz kurzer Dauer gewesen sein, da sonst die kleinen Ruinen nicht mehr vorhanden wären. Damit hofft der Schreibende die Ansichten über polygonale Grundformen der Krater und Wälle genügend widerlegt zu haben.

In Fig. 5 befindet sich links das typische Mare Nectaris, in welches der Fracastor fast zur Hälfte eingeschmolzen ist. Auf der andern Seite oben befindet sich ein beleuchtetes Band, welches sich schließlich doch noch als eine einzigartige Verwerfung herausstellen dürfte, während sonst im allgemeinen keine Anzeichen von Verwerfungen auf dem Monde vorhanden sind. Auch hier ist eine Strömung durch die Wälle von Catharina und Cyrillus nach unten zu bemerken. Bezeichnend für die Wallbildungen ist, wie der Theophilus den Wall des Cyrillus weggeschmolzen und sich tiefer als dieser eingebettet hat. Auf dem Grunde des Theophilus sind in der Mitte eine Menge Ausbruchsversuche, als durch Abkühlung unterdrückte Aufsickerungen zu erkennen.

Der Copernikus in Fig. 6 bedarf eigentlich keiner weitläufigen Erklärung mehr, er spricht als wuchtiger Speier selbst. Die blätterartige Innenwand zeigt, daß öftere und große Massenausschüttungen stattgefunden haben müssen, wo-



(Zu Robert Schindler·

Petavius
Wrottesley 1

1 Petavius und Wrottesley.

Clavius
Tycho 1

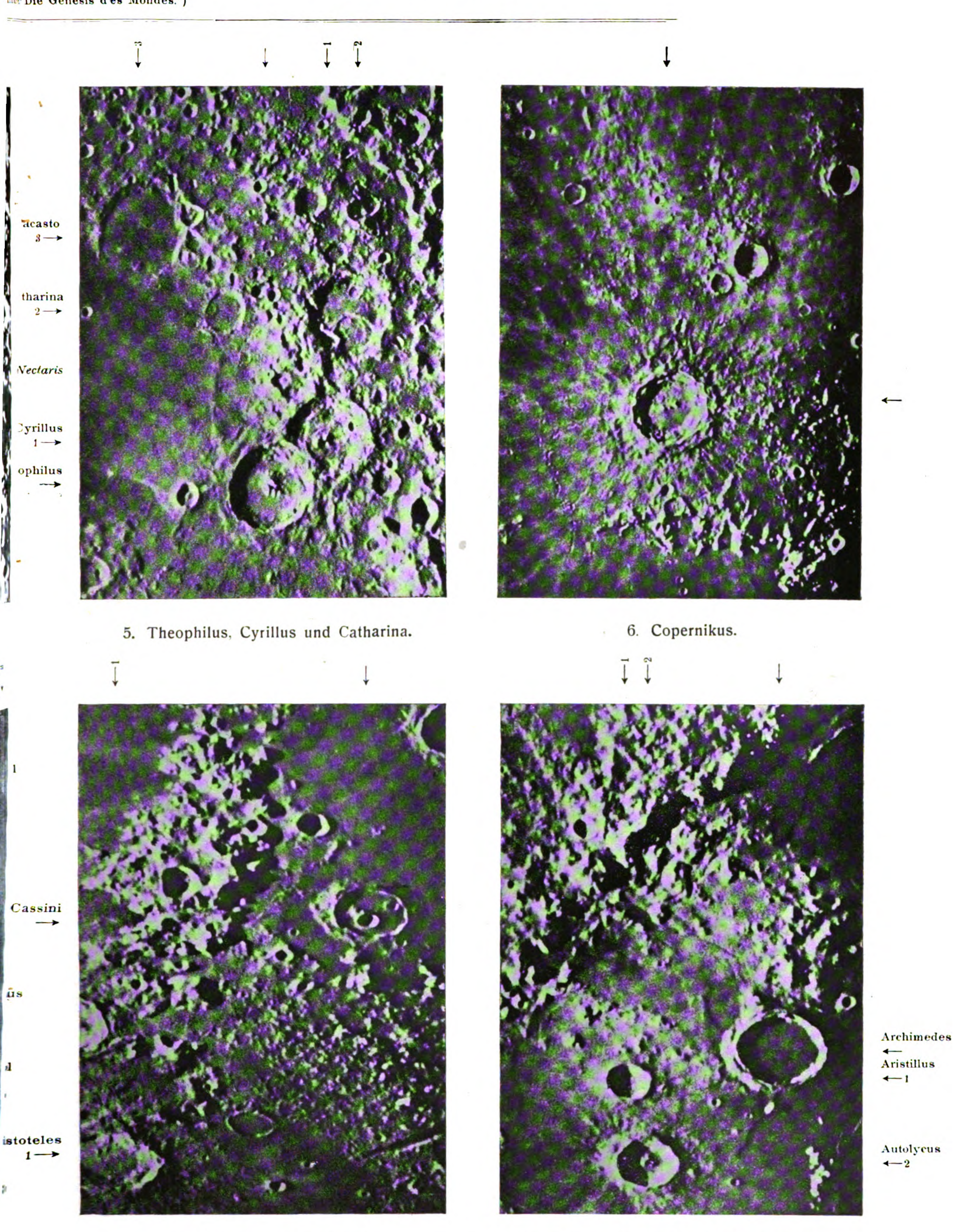
2. Clavius und Tycho.

Horrocks 2
Triesnecker
Ukert 1

3 Triesnecker, Ukert und Horrocks

Arzache
Alphons
Ptole
Hersch 1
Laland 3
Mösting 2

4. Ptolemäus, Alphons und Arzachel.



5. Theophilus, Cyrillus und Catharina.

6. Copernikus.

7. Cassini und Aristoteles.

8. Apenninen, Archimedes, Aristillus und Autolycus.

rüber die Außenböschungen mit ihren Ausfurchungen deutlich Auskunft geben, obwohl das Magma oft auf viele hundert Kilometer weit fortgeschleudert wurde. Die Vernichtung von Gebilden in der Umgebung muß bedeutend gewesen sein. Von der unteren linken Ecke aufwärts erkennt man einen halb zugesinterten Riß.

In Fig. 7 sehen wir unten links einen Teil des großen Speiers Aristoteles, welcher zum großen Teil das Mare Frigoris gebildet und damit die Ruinen der Metongegend verschuldet haben dürfte. An der rechten unteren Ecke befindet sich das große Quertal der Alpen, welches zweifellos von einem Streifschuß von einem über 10 km großen Himmelskörper herrührt, aus einer Zeit, wo die Oberfläche zur Deformation noch plastisch genug war. Spätere Aufstürze sind nur noch in den dunklen Mareebenen als helle Flecken, wie von splitterigen Zermalmungen herrührend, zu erkennen. Die Gebirgsgegend über dem Quertal ist mit Blasenbuckeln ganz übersät. Oberhalb befindet sich der durch seine schönen Innenkrater bekannte Cassini; links davon der durchfurchte Kaukasus, welcher vor der Vereinigung der Mare Imbrium und Serenitatis, mit den Apenninen (Fig. 8) ein einziges großes Gebirge bildete. Die obere Ecke rechts zeigt in dieser Beleuchtung wie unrichtig es war, diesen Teil des Mare Imbrium als Palus nebularum zu bezeichnen.

In Fig. 8 haben wir unten den Speier Autolycus, welcher durch das verspritzte Magma bei hoher Beleuchtung zu der Auffassung eines Palus nebularum führte, da diese Gegend dann heller erscheint. Aristillus oberhalb ist ein Blasenkrater und steht nur in einer hellen Gegend nicht ganz aufgelöster Apenninenmassen. Da der große Archimedes oben eine Bresche hat, dürfte derselbe als durchgekühlte Masse vor der Zerstörung der Apenninen bestanden haben. Da im Innern der Apenninen noch große Wärme vorhanden gewesen sein muß, ging die Unterschmelzung leicht vonstatten, zur Wiedereinschmelzung der abgestürzten Felsen reichte jedoch die Temperatur des sich ausbreitenden Schmelzflusses nicht mehr aus, wie aus dem Bilde leicht zu ersehen ist. Es scheint als ob man die Blöcke rechts von Bradley nur wieder in die Nischen der Abbruchstellen hineinstellen könnte. Die Apenninen bilden einen der interessantesten Teile des Mondes.

Aus obigen Ausführungen möge der Leser selbst ermessen, wie weit sich durch Erfahrungen, Versuche, Studien und Beobachtung, die Genesis des Mondes nachweisen läßt.

Aus dem Leserkreise.

„Mondmeteore“.

Herr W. Spill veröffentlichte in Heft 3 des 7. Jahrganges dieser Zeitschrift einen Artikel, in dem er Beobachtungen schildert, die er von „Mondmeteoren“ gemacht haben will. Meteore auf dem Monde werden wohl nicht zu den Seltenheiten gehören, doch, damit sie von uns, zumal mit so geringen optischen Mitteln, wie Herr W. Spill sie anwendet, wahrgenommen werden können, müssen ihre Dimensionen enorm groß sein.

Mit einem Fernrohr von 55facher Vergrößerung, wie es Herr W. Spill benutzt, ist es uns nur möglich, auf dem Monde Flächen zu unterscheiden, deren Durchmesser im Minimum 2050 m beträgt, und zwar nur unter den günstigsten atmosphärischen Bedingungen, da unser Auge Gegenstände, deren Gesichtswinkel unter eine Minute herabsinkt, nicht mehr zu unterscheiden vermag, und gerade unter diesem Winkel erscheint uns in oben erwähntem Fernrohr der Durchmesser jener Fläche auf dem Monde. Es ist auch wohl nicht anzunehmen, daß die Helligkeit der „Mondmeteore" die des Mondes in dem Maße überstiegen hat, daß ähnliche Erscheinungen hätten eintreten können, wie sie etwa bei Anwendung der Dunkelfeldbeleuchtung in einem Mikroskop eintreten, wo uns Gegenstände, deren scheinbarer Durchmesser unter dem angularen Gesichtswinkel liegt, eben des Kontrastes wegen als helle Körper auf dunklem Grunde erscheinen. (Die Tatsache, daß wir die Fixsterne, obwohl ihr scheinbarer Durchmesser keinen meßbaren Winkel darstellt, dennoch sehen können, läßt sich allein auf diese Weise, durch bloßen Kontrast zwischen Hell und Dunkel, nicht erklären, hier spielen noch Beugungserscheinungen mit.) Rechnen wir aber wirklich mit einem solchen Kontrast, obwohl wir ihn kaum in Betracht zu ziehen brauchen und lassen wir den „Meteoren" im Minimum einen wahren Durchmesser von 1500 m zukommen. Mit welcher Geschwindigkeit müßten sich diese „Weltkörperchen", man könnte sie fast mit den Planetoïden vergleichen, nach den Beobachtungen von Herrn W. Spill bewegen? Es sind nicht weniger als 1800 km, die dieselben in dem kurzen Verlauf einer Zeitsekunde zurücklegen müssen, ja das „Meteor" No. 4 muß — nach der Zeichnung zu urteilen — den Rekord von 2000 km aufstellen. Die irdischen Meteore, die in Höhen von ca. 90 bis 130 km aufleuchten, besitzen dagegen bei ihrem Eintritt in unsere Atmosphäre nur die bescheidene Geschwindigkeit von 20 bis 70 km pro Sekunde (Möbius). Und nun noch ein Drittes. Die Atmospäre unseres Mondes, wenn eine solche überhaupt existiert, besitzt eine so geringe Dichte, nach Annahme einiger Autoritäten etwa nur $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$ der unserer Atmosphäre, daß die Reibung der „Meteore" an ihr, trotz der ungeheuren Geschwindigkeit derselben, nicht hinreichen würde, dieselbe in Rot-, geschweige denn in Weißglut zu versetzen. Es wäre also überhaupt nicht möglich, daß „Meteore" von obigen Dimensionen auf dem Monde aufleuchten könnten. Herr W. Spill kann also keine „Mondmeteore" gesehen haben.

Ich will in folgenden Zeilen eine Erklärung geben, wie das Phänomen der „Mondmeteore" möglicherweise entstanden sein kann. Es kommt beim Beobachten am Fernrohr sehr leicht vor, auch der Mikroskopiker wird sich dessen erinnern können, daß sich besonders bei der Beobachtung sehr heller Objekte das verkleinerte Bild des Objektes, welches — ähnlich dem Sonnenbild auf einer glänzenden Kugel — auf dem Augapfel des Beobachters entsteht, sich in einer der Okularlinsen spiegelt und daß auf diese Weise wohl „Mondmeteore" entstehen können, die bei unvollkommener Achromatisierung des Instrumentes auch wohl als „Kugel mit opalisierendem Glanze" erscheinen können. Am häufigsten mag diese Erscheinung bei Beobachtern vorkommen, die ein Augenglas tragen, da hier die Zahl der reflektierenden Flächen noch größer ist. Aus eigener Erfahrung kann ich hier nicht sprechen, da ich kein Glas trage. Der geübte Beobachter bemerkt diese Störungen nicht mehr, sie sind ihm zur Gewohnheit geworden. Max Robitzsch, stud. rer. nat.

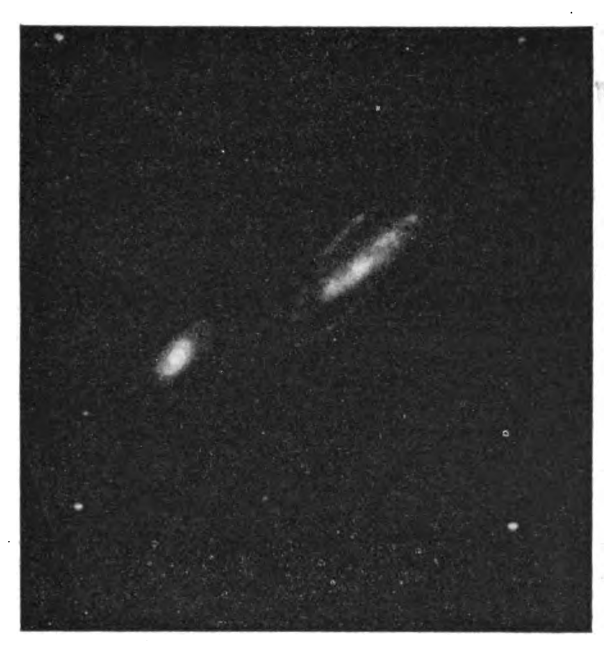


Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Sternenhimmel für den 1. Juni abends 10 Uhr, den 15. Juni abends 9 Uhr, den 1. Juli abends 8 Uhr usw. wieder. Der Meridian durchschneidet von Norden beginnend das Sternbild des Perseus, den kleinen Bären, den Drachen, Bootes, die Wage und erreicht endlich zwischen dem Scorpion und Centaur den Südpunkt. Im Osten steht der helle Atair im Adler und im Westen der rötliche Regulus über dem Horizonte. Die Milchstraße ist nicht nur wegen der großen Helligkeit der Nächte, sondern insbesondere auch wegen ihrer tiefen Lage nur ungünstig zu beobachten. Das Sternbild der Jungfrau hat bereits den Meridian überschritten, jedoch fällt der hellste Stern in ihm, die Spica, noch besonders auf. Die Chinesen zählten ihre Mondstationen von ihr an und die Araber verlegten die 14. Mondstation in sie. In der Jungfrau steht auch eins der interessantesten mehrfachen Sternsysteme am ganzen Himmel, Gamma Virginis. (Rect. 12^h 35^m 37^s Dekl. -0^0 47′ für 1880.) In kleineren Fernrohren erkennt man nur zwei Sterne dieses Systems, die beide gleich hell sind, 3. Größe und jetzt eine Distanz von 6″,2 haben. Der Positionswinkel beträgt 328^0. Gamma Virginis gehört zu den am längsten bekannten Doppelsternen, da sie schon über 200 Jahre beobachtet wird. Die Komponenten haben eine gemeinsame Eigenbewegung von 0″,59 in Richtung 272^0. Die Umlaufszeit beträgt 194 Jahre. Einen dritten Stern 11,6 Größe fand man im Jahre 1880 in einer Distanz von 103″ und 88^0 Positionswinkel und 1889 wurde noch ein schwacher vierter Stern 14,5. Größe in einer Distanz von 53″ und 159^0 Positionswinkel mit dem Lick-Refraktor hinzu entdeckt. Infolge der starken Exzentrizität der Bahn kann der Hauptbegleiter sich dem Hauptsterne so sehr nähern, daß beide kaum zu trennen sind, wie dies im Jahre 1836 der Fall war. Die Distanz betrug damals nur 0″,3. Jetzt sind sie bequem in jedem schwachen Fernrohr zu trennen, während sie damals zu den schwierigsten Objekten gehörten. Sie scheinen auch einer periodisch auftretenden schwachen Helligkeitsschwankung unterworfen zu sein.



Der Doppelnebel im Bootes.
(H. II 751—752. N. G. C. 5857, 5859.)

Höher als die Jungfrau steht noch der Bootes am Himmel, dessen hellster Stern, der Arktur, kurz vor 10 Uhr gerade im Meridian steht. Aus ihm hat Herschel im Jahre 1717 zuerst die Eigenbewegung der Fixsterne abgeleitet. Er steht von uns in einer Entfernung von 26 Lichtjahren, nähert sich uns aber mit einer ungefähren Geschwindigkeit von 70 km in der Sekunde, sodaß er im Laufe der Jahrtausende immer heller wird. Für kleinere Fernrohre ist der Doppelstern Delta in Rekt. 15^h 11^m, Dekl. 33^0 46′ leicht zu trennen. Der Hauptstern, von gelber Farbe, ist 3,2. Größe, der Begleiter, von blauer Farbe, ist 7,4. Größe. Ihre Distanz beträgt 105″. Es konnte auch ein inter-

essanter Doppelnebel in diesem Sternbilde festgestellt werden, von dem wir umstehend eine Abbildung nach einer Photographie mit dem Crossley-Reflektor[1]) wiedergeben.

Die umstehende Aufnahme rührt vom 31. Mai 1900 her und ist $2^1/_2$ Stunden lang exponiert worden. Die Position des Hauptnebels beträgt für 1900 Rekt. $15^h\ 2^m\ 55^s$, Dekl. $+ 19^0\ 58'\ 56''$. Dieser Doppelnebel ist zuerst von John Herschel beobachtet und

Der Sternenhimmel am 1. Juni 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.

(Polhöhe $52^1/_2$°)

gezeichnet worden; jedoch sieht man auf der Zeichnung gar keine Einzelheiten, insbesonders nicht den schönen Ring um den Hauptnebel, der auf unserer Abbildung gut zu sehen ist. Später hat ihn Lord Rosse vom Jahre 1848 bis 1872 verschiedentlich beobachtet und auch schon mit mehr Einzelheiten gezeichnet. Es wird der Zukunft vorbehalten bleiben, auch in Doppelnebeln mit Sicherheit Bewegungen nachzuweisen, die durch einzelne Beobachtungen bereits angedeutet sind.

[1]) Vgl. „Weltall", Jahrg. 9, Heft 20: „Photographische Aufnahmen zweier Sternhaufen mit dem Crossley-Reflektor."

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne tritt aus dem Zeichen der Zwillinge in das des Krebses. Am 22. Juni, 3 Uhr vormittags ist Sommers-Anfang. An diesem Tage erreicht mittags die Sonne ihren höchsten Stand während des ganzen Jahres, ein Tag, der in der Frühgeschichte der meisten Völker ein großer Festtag war. Wir haben schon früher eingehend über die Sonnenverehrung berichtet. Der große ausgetretene Zugangsweg, welcher zu dem alten Sonnentempel von Stonehenge bei Amsbury in England gerade in der Richtung führt, in der an diesem längsten Tage die Sonne vom Innern des Tempels aus gesehen sich über den Horizont erhebt, zeugt von der Massenverehrung der Sonne, die bei dem Wiederaufbau von Stonehenge im 18. Jahrhundert v. Chr. wohl ihren Höhepunkt erreicht hat. Der Lauf der Sonne für Monat Juni ist in unsere Karte (Fig. 2a) eingetragen. Andere wissenswerte Daten gibt uns die folgende Tabelle:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Juni 1.	$+21^{\circ}\ 56'$	$3^h 51^m$ morgens	$8^h 15^m$ abends	$59^1/_2{}^{\circ}$
- 15.	$+23^{\circ}\ 17'$	$3^h 45^m$ -	$8^h 27^m$ -	$60^3/_4{}^{\circ}$
- 30.	$+23^{\circ}\ 14'$	$3^h 49^m$ -	$8^h 30^m$ -	$60^3/_4{}^{\circ}$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten wiederum in unsere Karten 2a und 2b für die Mitternachtszeit des 1., 3., 5. usw. eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Juni 3. 11^h abends. Letztes Viertel: Juni 19. 10^h abends.
Vollmond: - 11. 11^h abends. Neumond: - 26. 2^h nachm.

Im Monat Juni findet eine Sternbedeckung statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Juni 10.	22 Scorpii	5,0	$16^h 25^m$	$-24^{\circ}\ 55'$	$11^h\ 3^m,7$	74°	$0^h\ 11^m,9$ morgens Juni 11.	323°	Mond im Meridian $11^h\ 18^m$

Die Planeten.

Merkur (Feld 3^h bis $6^1/_4{}^h$) erreicht seine größte westliche Abweichung am 1. Juni, ist jedoch wegen seines tiefen Standes nur schwer aufzufinden. Sein Durchmesser beträgt zu Anfang des Monats 8″,2 am Ende nur 5″,1. Er ist am 1. Juni fast voll beleuchtet.

Venus (Feld $7^1/_2{}^h$ bis $9^3/_4{}^h$) ist Mitte des Monats 2 Stunden, am Ende nur noch $1^1/_2$ Stunden als Abendstern am nordwestlichen Himmel sichtbar. Der beleuchtete Teil ihrer Scheibe nimmt von 0,65 auf 0,53 ab. Am 29. Juni tritt sie in Konjunktion mit dem Monde und auch in die Nähe von Regulus, des hellsten Sternes im Löwen. Trotz der Abnahme der beleuchteten Scheibe nimmt sie noch an Helligkeit zu, da sie der Erde immer näher rückt.

Mars (Feld 0^h bis $1^1/_4{}^h$). ist am Ende des Monats $1^1/_2$ Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar und tritt auf die nördliche Seite des Äquators. Sein Durchmesser nimmt von 7″,5 auf 8″,6 zu. Am 28. Juni tritt er in Konjunktion mit dem Monde.

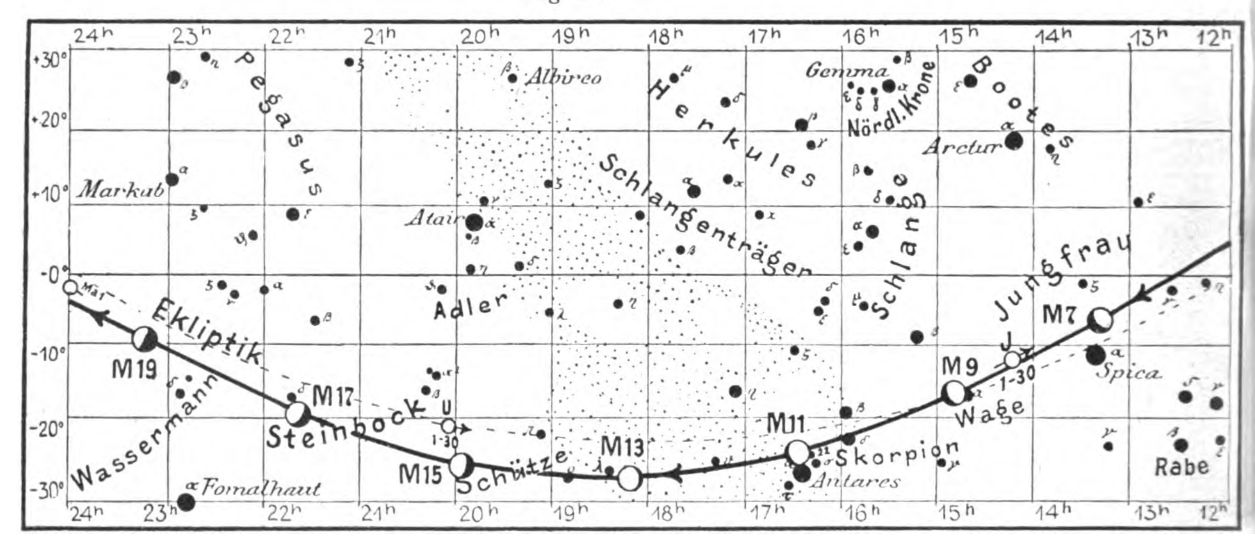
Jupiter (Feld $14^1/_4{}^h$) ist während des ersten Drittels des Monats noch während der ganzen Nacht sichtbar; am Ende des Monats jedoch nur noch $2^1/_2$ Stunden. Sein Durchmesser nimmt von 41″,4 auf 38″,6 ab.

Saturn (Feld $2^3/_4{}^h$ bis 3^h) wird erst von der Mitte des Monats an am östlichen Himmel sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 15″,5 auf 16″,0 zu. Am 23. Juni steht er gerade in Konjunktion mit dem Monde und zwar steht er südlich von ihm.

Uranus (Feld 20^h) ist in großen Fernrohren trotz seines tiefen Standes zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt 3″,5.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) bleibt wegen seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Juni 1. 6^h abends Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne = 24° 30′.
- 8. 6^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 2^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 3^h nachmittags Sonne im Krebs; Sommersanfang.
- 23. mittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 10^h abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 6^h nachm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen.

Zwei neue kleine Planeten sind laut Telegramm an die „Astronomische Zentralstelle" in Kiel auf dem Transvaal-Observatorium gelegentlich des Versuches, den achten Jupiters-Satelliten zu photographieren, in der Nähe dieses Planeten aufgefunden worden. Der erste steht in Rectascension 14^h 41^m und in Deklination — 12° 34′, der zweite in Rectascension 14^h 48^m und in Deklination — 15° 18′. Es sind dies die ersten kleinen Planeten, welche auf einer Sternwarte der südlichen Halbkugel entdeckt worden sind. In Amerika sind 100, in Asien 6, in Europa alle übrigen 595 entdeckt worden. Über die Entfernungen, Abstände von der Sonne und Durchmesser dieser kleinen Himmelskörper haben wir schon früher[1]) eingehend berichtet. Die bisherigen — schon über 700 der Zahl nach — sind in folgenden Zeiträumen aufgefunden worden:

1801—50 = 13	1881—90 = 83
1851—60 = 49	1891—1900 = 161
1861—70 = 50	1900—1910 = 238
1871—80 = 107	

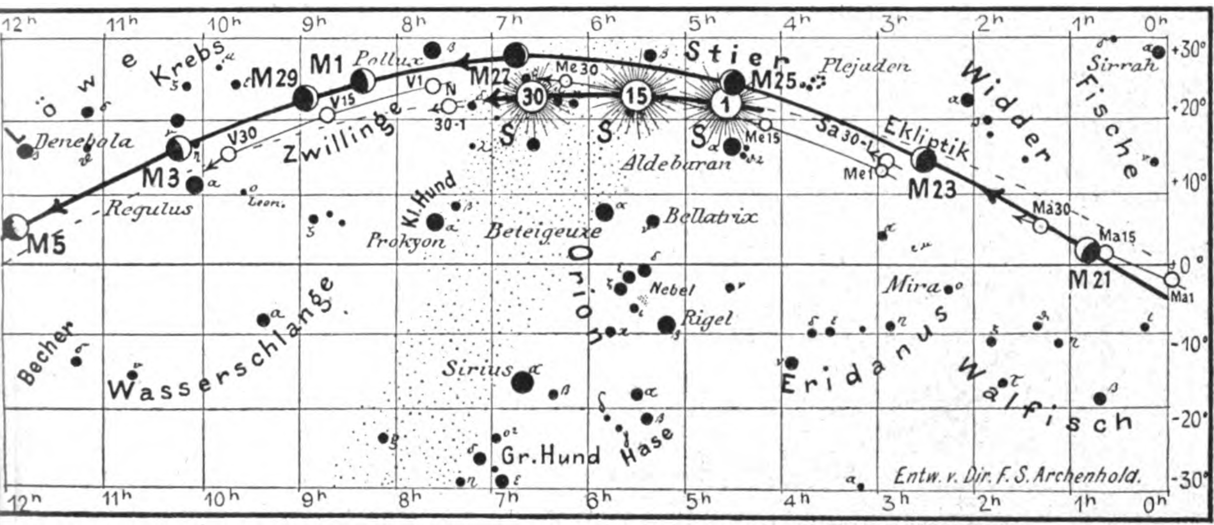
F. S. Archenhold.

[1]) Vergl. Archenhold, „Die kleinen Planeten". Das Weltall, Jg. 10, S. 355.

ür den Monat Juni 1911.

Fig. 2a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Beobachtungen von Feuerkugeln aus dem Leserkreise. Am 6. Februar 1910 sahen die Herren Hintz und Berlt um 1 Uhr nachts in der Stephanstraße in Südende ein sehr helles rotgrünes Licht, das etwa 3 bis 4 Sekunden dauerte. Der südliche Himmel leuchtete ganz hell auf; man hätte sogar auf der Straße lesen können. Der Schein wurde ebenfalls von Herrn stud. jur. Bender und der Familie Nieke gesehen. Da gerade regnerisches Wetter war, vermutet Herr Hintz, daß der Schein von einem Meteore herrührte, der hinter den Wolken aufleuchtete.

Am 10. November 1910 beobachtete Herr Dr. Curt Bading zu Wilmersdorf um $9^h\ 52^m$ eine Sternschnuppe 4. Größe, die zwischen α und β Cephei aufleuchtete und nahe bei δ Ursae minoris erlosch. Zwei Minuten später erschien ein prachtvolles grünweißes Meteor in der Gegend zwischen β und γ Cephei, das 3 oder 4 Sekunden aufleuchtete und in der Nähe von β Draconis erlosch.

Ein sehr schönes Meteor von der Helligkeit der Capella wurde ferner am 26. März 1911 um $5^h\ 7^m$ von Herrn Henkel zu Beetz (Osthavelland) gesehen. Der Anfang der Flugbahn lag zwischen α Andromedae und γ Pegasi, das Ende nahe bei α Aquilae. Die Flugdauer betrug 7^s. Es war ein lautes Zischen wahrnehmbar.

Schließlich hat Herr Dr. med. Weibel zu Worb-Dorf am 29. März 1911, morgens $2^h\ 56^m$ eine 7 Sekunden lange sichtbare Sternschnuppe von gelber Farbe beobachtet. Die Flugbahn begann bei Spica, ging dann nahe südlich von Jupiter vorüber und endigte bei λ Scorpii.

Aus den eingesandten Skizzen lassen sich folgende Anfangs- bezw. Endpunkte ableiten:

	Anf.	Ende
1 Meteor von Bading	$314^0 + 67^0$	$286^0 + 84^0$
2 Meteor von Bading	$325 + 76$	$259 + 55$
Meteor von Henkel	$6 + 24$	$295 + 7^1/_2$.



Bücherschau.

Geschichtstafeln der Physik von Felix Auerbach. Leipzig 1910. Joh. Ambr. Barth.

Mit diesem Nachschlagewerk schafft Verfasser einem schon lange empfundenen Mangel in sehr glücklicher Weise Abhilfe. Zunächst werden in chronologischer Reihenfolge alle wichtigen Fortschritte der Physik unter Angabe des Jahres und des Urhebers seit der ältesten Zeit bis zum Jahre 1900 in sehr gründlicher Weise aufgeführt und ermöglichen eine sehr schnelle Orientierung. Nicht minder nützlich ist die zweite Tafel, die ebenfalls nach den Jahren geordnet, die wichtigsten physikalischen Schriften bis zur neuesten Zeit bringt. Dann folgt ein Verzeichnis ausgewählter



Physiker mit Angabe ihres Geburts- und Todesjahres. Ein alphabetisches Register von Tafel I ermöglicht ein schnelles Zurechtfinden in den Arbeiten der einzelnen Autoren, so daß der Zweck des Buches in sehr glücklicher Weise erfüllt wird. W. H.

* * *

Annales de l'observatoire royal de Belgique, tome XIII, fasc. I (1910).

1. Catalogue de 3553 étoiles de repère de la zone $+ 21^0 + 22^0$ pour la Carte photographique du ciel, dressé par Phillippot et Delporte.

Das Verzeichnis von mittleren Örtern für 1900,0 ist in der üblichen Form angeordnet. Sterngrößen nach A. G. Wir finden in der Einleitung: Eine Beschreibung der Instrumente, Darlegung der Beobachtungsmethode und Reduction. Angaben über die mittleren Fehler bei Auge, Ohr und Chronograph, sowie über die m. F. der Katalogörter. Resultate der einzelnen Beobachtungen.

2. Carte photographique du ciel, zone $+ 21^0 + 22^0$ ascensions droites moyennes de 1481 étoiles de repère réduites par M. Dolvosal d'après ses observations faites à Uccle à la lunette méridienne de Gambey de 1902 à 1905.

Eine Darlegung der Reduktion wird als Einleitung gegeben. Im Verzeichnisse finden wir die Ergebnisse der Einzelbeobachtungen nach Rectascensionen geordnet.

* * *

Bulletins of Laws Observatory. Publications of the University of Missouri. No. 1 bis 16. Wir führen aus dem Inhalt hier nur kurz an:

1. Observations and elements of Comet 1902 b (Perrine) mit Bemerkungen über Leuschner's „short Method".

2. Observations of Comets (1902 b, 1903 a, 1902 d, 1904 a [Brooks]).

3. Observations of Comet 1904 a (Brooks).

4. Observations of Comet 1904 e (Borrelly); Photometric observations of Nova Geminorum March 31 to April 30, 1903; Special time signals from the U. S. Naval Observatory.

5. The Polaris vertical cercle method of determining time and azimuth.

6. The Algol variable 188, 1904 Draconis.

7. Photometric investigations. (The disc photometer; The wedge photometer; — Beschreibung und Untersuchungen über die Instrumente.

8. General remarks concerning variable star observations; A New variable 88, 1906 Lacertae (mit Lichtkurve); Preliminary results for v Lacertae (110, 1904); The variable v Vulpeculae (4, 1904); Preliminary note on variable 108, 1905 Capricorni.

9. The Algol variable RR Draconis (188, 1904) [mit Lichtkurve]; The Algol variable 121, 1906 Draconis.

10. Preliminary results (for 64, 1905 Cassiopeia, 65, 1905 Cassiopeia, 190, 1904 Cassiopeia, RW Cassiopeia, RV Andromeda, RV Persei, RV Tauri, RR Camelopardalis, Y Ursae majoris, RY Ophiuchi; RZ Ophiuchi; RS Draconis; X Lyra; UV Cygni; U Vulpeculae (mit Lichtkurve); X Vulpeculae; W Vulpeculae; RR Delphini; VX Cygni; TX Cygni; VY Cygni; YY Cygni; SS Cygni; VZ Cygni (mit Lichtkurve); 70, 1905 Pegasi; 88, 1906 Lacertae; RZ Andromedae; SS Andromedae; RU Aquarii; RS Cassiopeiae; RS Cassiopeiae; 52, 1906 Andromedae; RS Andromedae; 53, 1906 Andromedae.

11. The variable RS Cassiopeiae. — Umfassende Diskussion von Beobachtungen aus 1906—7 mit Lichtkurve.

12. Finding ephimerides for Comet 1894 IV Swift (für die Erscheinung 1907).

13. The Zöllner Photometer (Beschreibung und Tafeln für die Umrechnung der Kreisablesungen in Sterngrößen); The Crawford Telescope (ein 4½ Zöller); The variabel X Lacertae, U Lacertae (Lichtkurve).

14. The variable RV Tauri (Lichtkurve vom β Lyra-Typus).

15. The Algolvariable RW Monocerotis (24, 1907); zwei Notizen über RS Bootis, 43, 1907 Draconis und 44, 1907 Ursae maioris.

16. The long period Algol variable RZ Ophiuchi (Lichtkurve mit flachen Mininum); Notiz betr. SW Andromedae.

* * *

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Surya, G. W., Okkulte Astrophysik oder kann die Wissenschaft den Lauf der Gestirne erklären? Ein Versuch. Brosch. M. 1.50.

Voll, Dr. med. **Adam, Die Wünschelrute und der siderische Pendel.** Ein Versuch zu einer praktisch-wissenschaftlichen Studie. Mit 17 Abb. Brosch. M. 1.60, geb. M. 2.40.

Prâsad, Râma, Die feineren Naturkräfte und die Wissenschaft des Atems. Aus dem Sanskrit-Original übersetzt. Ins Deutsche übertragen von Heinz Widtmann. Brosch. M. 3.—, geb. M. 4.—. Leipzig, sämtlich aus dem Verlag von Max Altmann, 1910.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 16. **Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.** **1911 (Zweites Maiheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Das Zodiakallicht.

Von Dr. F. S. Archenhold.

In unseren Breiten erscheint das Zodiakal- oder Tierkreislicht als eine zarte schwache Lichtpyramide, die am besten mit unbewaffnetem Auge an Orten beobachtet wird, deren Horizont weder durch Staubteilchen getrübt ist, noch durch künstliches Licht erhellt wird. Es handelt sich hier um einen äußerst lichtschwachen, vom Horizonte pyramidenförmig aufsteigenden Lichtschimmer, der kurz vor Sonnenaufgang am Osthimmel und kurz nach Sonnenuntergang am Westhimmel sich je nach der Stellung der Ekliptik unter verschiedenem Winkel gegen den Horizont bis zu der Gegend der Plejaden hin erstreckt. Von hohen Bergen aus oder in den Tropengegenden, unter günstigen Umständen auch in unseren Breiten, erkennt man noch einen wesentlich schwächeren und nicht so ausgedehnten Lichtschimmer der Sonne gegenüber, den sogenannten Gegenschein. Ist die Atmosphäre besonders dunstfrei, so kann man sogar auch noch eine zarte Verbindung des pyramidenförmigen Zodiakallichts mit dem Gegenschein, der zuerst von Alexander v. Humboldt 1803 beobachtet worden ist, längs der ganzen Ekliptik verfolgen.

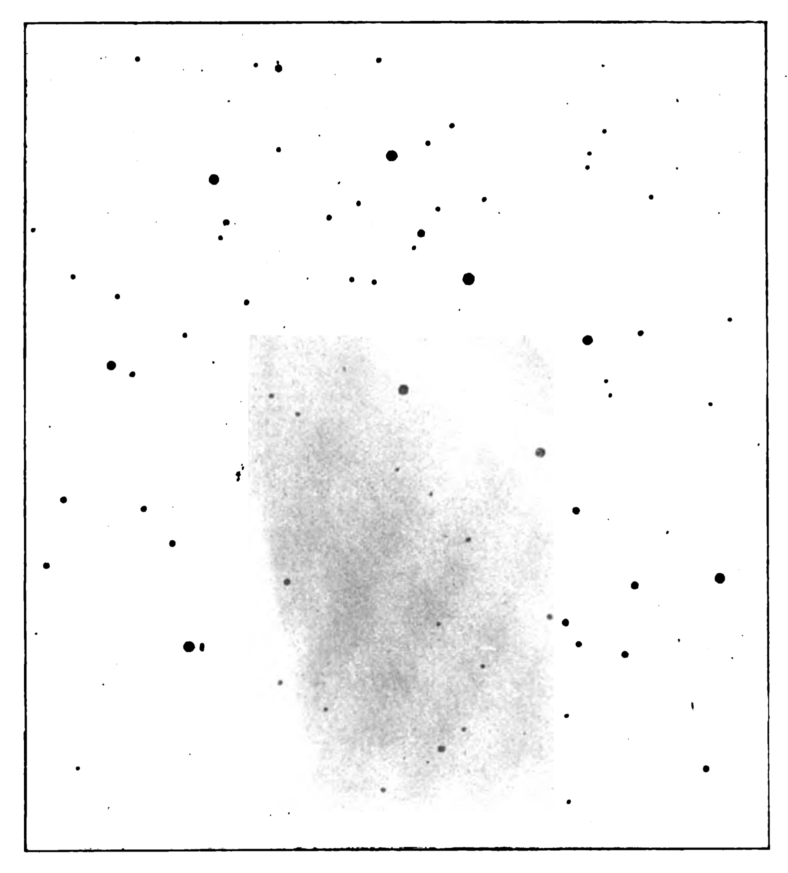
Zahlreiche photographische Aufnahmen des Zodiakallichtes, die von Prof. Wolf mit einem ungewöhnlich lichtstarken Objektiv (Quarzlinse von 37 mm, Öffnung und nur 25 mm Brennweite), dem sogenannten Schnittphotometer, hergestellt sind (vergl. „Das Weltall“, Jg. 1, S. 70), haben ergeben, daß die Hauptachse des Zodiakallichtes nicht genau in der Ekliptik, sondern um einen Winkel von 7° gegen diese verschoben ist, so daß die Hypothese an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß der Ring des Zodiakallichtes in der Ebene des Sonnenäquators gelagert ist. Marchand hatte schon vorher auf dem Pic du Midi durch eine Reihe zuverlässiger Beobachtungen ableiten können, daß die Achse des Zodiakallichtes nahe einem größten Kreise liegt, der gegen die Ekliptik 6 bis 7° geneigt ist und dessen aufsteigender Knoten die Länge von 70° besitzt. Da nun die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik auch 70° beträgt und der auf-

steigende Knoten der Ebene des Sonnenäquators eine Länge von etwa 74° hat, so ist es wahrscheinlich, daß die Achse des Zodiakallichtes mit der Ebene des Sonnenäquators zusammenfällt. In diesem Falle dürfte man annehmen, daß die Masse des Zodiakallichtes in einem früheren Entwicklungsstadium der Sonne von dieser am Äquator abgeschleudert worden ist. Über die Natur der Teilchen, die das Zodiakallicht erzeugen, ist bestimmtes noch nicht auszusagen. Die spektroskopischen Untersuchungen haben nur mit Sicherheit ergeben, daß das Spektrum dem Sonnenspektrum ähnlich ist und daß die sogenannte helle Nordlichtlinie im gelbgrünen auch hier sich bemerkbar macht. Dieses letztere wird aber sehr wahrscheinlich nicht von dem Zodiakallicht selbst herrühren, sondern von Nordlichtern, die zufällig an der gleichen Stelle mit dem Zodiakallicht sichtbar waren.

Die schon von Cassini Ende des 17. Jahrhunderts beobachteten Helligkeitsschwankungen können vorläufig noch nicht als reell angesehen werden, sondern dürften voraussichtlich eine hinreichende Erklärung in der verschiedenen Durchsichtigkeit unserer Atmosphäre selbst finden. Ob das Leuchten des Zodiakallichtes allein auf zurückgeworfene Sonnenstrahlen zurückzuführen ist oder ob die elektrischen Wirkungen der Sonnenflecke auch einen wesentlichen Anteil haben, kann auch noch nicht festgestellt werden. Es ist zunächst von großer Wichtigkeit, daß recht viele Beobachtungen des Zodiakallichtes angestellt werden; hierbei dürften auch die immer häufiger werdenden Ballonfahrten von großem Vorteil sein. Unsere Leser finden im ersten Jahrgang unserer Zeitschrift S. 69 die Abbildung eines Zodiakallichtes vom 15. November 1898, das A. Hansky gelegentlich einer nächtlichen Ballonfahrt, die zwecks Beobachtung der Leonidensternschnuppen von Paris aus unternommen war, gezeichnet hat. Um diese Zeit ist das Zodiakallicht von den unteren Luftschichten aus nur schwer sichtbar. Es hatte die Gestalt eines Konus, dessen Achse gegen den hellsten Stern im Löwen, gegen Regulus, gerichtet war und war in der Mitte heller als die hellsten Stellen der Milchstraße. Die Basis war etwa 15° bis 20° breit und stand im Sternbild der Jungfrau. Die Gesamtlänge des Konus von der Sonne aus gerechnet betrug etwa 60° bis 70°.

Neuerdings hat C. Hoffmeister in Sonneberg in Thüringen, dessen östliche Länge von Greenwich 11° 10'.5 und dessen geographische Breite 50° 21'.5 beträgt, das Zodiakallicht des öfteren beobachtet und in den A. N. No. 4484 veröffentlicht. Mit freundlicher Erlaubnis des Herrn Professor Kobold geben wir nebenstehend die Hoffmeistersche Beobachtung des Zodiakallichtes vom 3. Februar 1910 mit dem in unmittelbarer Nähe stehenden Johannisburger Kometen 1910a wieder. Die Spitze des Lichtkegels lag im Widder etwa 3° westlich vom Mars; die Spitze des hellsten Teiles wurde von Saturn eingenommen. Die genaue Feststellung der an sich schon undeutlichen Begrenzungslinie im N. W. wurde durch den Schweif des Kometen 1910a erschwert. Im S. W. war eine plötzliche Abstufung vorhanden, indem sich an den hellen Teil nur ein wenige Grade breiter Streifen matteren Lichtes anschloß. Die Intensität des Zodiakallichtes war sehr beträchtlich und übertraf die Milchstraße bedeutend an Helligkeit. Der Kometenschweif war deutlich bis zum hellsten Stern der Andromeda α zu erkennen. Am 9. Februar hatte die Intensität des Zodiakallichtes schon stark abgenommen; ebenso machte auch die Erscheinung am 5. März in ihrer Gesamtheit einen mehr verschwommenen Eindruck als am 3. Februar.

Es wäre sehr erwünscht, wenn sich verschiedene Beobachter vereinen würden, um das Zodiakallicht zu gleicher Zeit nach einem vorher verabredeten Beobachtungsschema aufzuzeichnen und so die durch atmosphärische Verhältnisse verursachte Abweichung in der Lichtverteilung des Zodiakallichtes deutlich erkennen zu können. Es dürfte hierbei empfehlenswert sein, um jedes künstliche Licht von den Augen fern zu halten, bei der Bestimmung der Grenzen des Zodiakallichtes, einen Pappzylinder zu benutzen, der innen geschwärzt ist, so wie es Heis zuerst getan hat. Es genügt, wenn der Zylinder einen Durchmesser und eine Länge von etwa 30 cm besitzt.



Zodiakallicht und Komet 1910a. 1910 Februar $3^d\ 7^h\ 10^m$ M. E.
Sonneberg: λ: 11° 10,'5, φ +50° 21,'5 Beobachter: C. Hoffmeister

Insbesondere wird es wichtig sein, festzustellen, ob mit der Rotation der Sonnenflecken, den elektrischen Störungszentren auf der Sonne, Aufhellungen innerhalb des Tierkreisringes Hand in Hand gehen. Es wird sich auf diese Weise am besten die Hypothese prüfen lassen, ob das Zodiakallicht durch schwache, winzige kleine Körperchen verursacht wird, die in der Ebene der Erdbahn bezw. in der Ebene des Äquators der Sonne, diese umkreisen und bis wie weit sich dieser rätselhafte Leuchtring erstreckt.



Über elektrische Strahlen.

Von Dr. W. Haken.

Wenn wir die historische Entwickelung eines Gebiets der exakten Wissenschaften verfolgen, so können wir sehr häufig die Beobachtung machen, daß schon verhältnismäßig frühzeitig Vermutungen über das Wesen eines Vorganges aufgestellt wurden, die man als mit der Erfahrung nicht im Einklang stehend wieder aufgab, andere anscheinend besser begründete Hypothesen traten an die Stelle der früheren, aber dann führten doch bestimmte Erscheinungen mit zwingender Notwendigkeit dazu, auf die ersten Vorstellungen zurückzugreifen; und durch die Verschmelzung dieser ursprünglichen mit den neueren Hypothesen wurde dann der Grundstein zu einem neuen Gebäude wissenschaftlicher Forschung gelegt. Sehr deutlich können wir diesen Verlauf an den verschiedenen Phasen wahrnehmen, die der Begriff der Strahlung im Laufe der Zeit bis zu dem heutigen Standpunkt durchgemacht hat. Die ursprüngliche und wohl dem unbefangenen Beobachter sich meist aufdrängende Vorstellung über das Wesen der Strahlen war die, daß von dem strahlenden Körper winzig kleine unwägbare Teilchen fortgeschleudert würden und nun die verschiedensten Wirkungen, sei es den Lichteindruck im Auge, sei es die Temperaturerhöhung der bestrahlten Fläche, hervorrufen sollten. Aber im Laufe der weiteren Forschung kam man zu Tatsachen, die mit dieser eben gekennzeichneten „Emissionshypothese" nicht in Einklang zu bringen waren. Infolgedessen mußte diese Vorstellung aufgegeben und eine neue Hypothese an ihre Stelle gesetzt werden, die die beobachteten Erscheinungen widerspruchsfrei darzustellen gestatte. Eine solche Hypothese wurde nun durch die von Huygens begründete „Undulationstheorie" geboten; sie steht im direkten Gegensatz zu der anderen Vorstellung und beruht auf der Annahme, daß die Strahlung durch eine Wellenbewegung, deren Mechanismus einstweilen dahingestellt blieb, zustande käme, und in der Tat ließen sich alle Vorgänge ohne Widerspruch mit der Erfahrung auf Grund dieser Hypothese erklären. Eine ganz besondere Stütze erfuhr die Undulationstheorie Ende des vorigen Jahrhunderts noch dadurch, daß sich auch die Existenz elektromagnetischer Schwingungen im Raum zweifellos feststellen ließ, ja daß sogar Licht- und Wärmestrahlung in letzter Linie nichts anderes als elektromagnetische Schwingungen seien. Alle weiteren Untersuchungen bestätigen diese Auffassung aufs Glänzendste, ein Zweifel an ihrer Richtigkeit ist jetzt nicht mehr möglich. Man machte nun die verschiedenartigsten Versuche, auch die höchst eigenartigen Leuchterscheinungen in stark verdünnten Gasen auf Grund dieser Theorie zu erklären, und gerade dadurch wurde das Studium dieses Gebiets, von dem die folgenden Ausführungen handeln sollen, zu einem außerordentlich interessanten. Aber es reichte, wie wir sehen werden, zur Erklärung der hier auftretenden Erscheinungen die Undulationstheorie nicht aus, man war genötigt auf die Emissionstheorie in gewissem Sinne zurückzugreifen und auf diese Weise entstand nun die Theorie, die sowohl das Gebiet der elektrischen Strahlen sowie das vieler anderen physikalischer und chemischer Vorgänge, die bisher in keinem unmittelbaren Zusammenhang zu stehen schienen, umfaßt, die sogenannte Elektronentheorie, deren Konsequenzen bisher in der Erfahrung volle Bestätigung gefunden haben.

Im 5. Jahrgang des „Weltall" sind von Herrn Dr. Mecklenburg die Grundlagen der Elektronentheorie bereits ausführlich geschildert worden,

ich will jedoch auch an dieser Stelle ihre Grundzüge kurz erörtern, da sie mit den zu besprechenden Erscheinungen gerade im innigsten Zusammenhang stehen.

Die Frage nach der Konstitution der Materie beschäftigte bereits seit den ältesten Zeiten den forschenden Menschengeist; schon die griechischen Naturphilosophen stellten die verschiedenartigsten Vermutungen über den Aufbau der uns umgebenden Körperwelt auf und gelangten zu der Auffassung, daß sämtlichen Körpern bestimmte Bausteine zugrunde liegen müßten, deren verschiedenartiger Anordnung und jeweiligen Zustandsbedingungen die mannigfaltigen Naturgebilde ihre Entstehung verdanken sollten. Bekanntlich steht ja auch die moderne Chemie auf einem ganz ähnlichen Standpunkt, allerdings sind ihre Grundlagen durchaus nicht reine Spekulation, wie die der griechischen Naturphilosophen, sondern beruhen auf einer sicheren experimentellen Grundlage, die einzig und allein als Basis für eine Disziplin der exakten Naturwissenschaften dienen kann.

Nach der Atomtheorie setzen sich die einzelnen Körper aus Molekülkomplexen zusammen, die Moleküle selbst sind wieder aus Grundelementen, den Atomen aufgebaut. Die Atome sollen die kleinsten, in der Natur vorkommenden Teilchen der Grundelemente, deren Zahl zurzeit etwa 80 beträgt, sein. Zur Kenntnis dieser Grundelemente gelangte man dadurch, daß man durch die verschiedenartigsten chemischen und physikalischen Prozesse eine immer weiter gehende Trennung der einzelnen Substanzen vornahm; die schließlich zurückbleibenden, auf keinem Wege weiter trennbaren und in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften genau charakterisierten Bestandteile nannte man die den Körpern zugrunde liegenden Elemente. Indem man nun weiter die Verhältnisse genauer untersuchte, unter denen die Grundstoffe untereinander zu Verbindungen zusammentreten können, gelangte man bald zu der Erkenntnis, daß die Mengen der miteinander reagierenden Stoffe für das Zustandekommen einer vollständigen Verbindung von wesentlicher Bedeutung sind. Beispielsweise kann sich eine ganz bestimmte Menge Natrium (z. B. 23 Gramm) nur mit einer ganz bestimmten Menge Chlor (35,4 Gramm) vollständig zu Kochsalz umsetzen und ähnliche Verhältnisse gelten ausnahmslos für alle anderen chemischen Vorgänge. Man könnte nun irgend eine Substanz, deren Verbindungsprozesse mit anderen Substanzen leicht quantitativ zu verfolgen sind, wählen, und auf diese Weise die Verbindungsverhältnisse aller andern Körper ermitteln. Benutzt man z B. für diese Reaktion jedesmal 1 Gramm Wasserstoff, so findet man, daß 35,4 Gramm Cl, 80 Gramm Br, 126 Gramm J erforderlich sind, um sich mit dem 1 Gramm Wasserstoff vollkommen zu Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff, Jodwasserstoff umzusetzen. Auf diese Weise gelangt man zu den sogenannten (relativen) Atomgewichten der Elemente, Zahlen, die angeben, in welchen Gewichtsverhältnissen die Bildung der Moleküle aus den Atomen der Elemente erfolgt. Hier tritt nun aber noch eine Vieldeutigkeit dadurch auf, daß oft nicht eine einzige Verbindung zwischen zwei Elementen besteht, sondern nach Maßgabe der mitwirkenden Massen mehrere Verbindungen zustande kommen können. So können durch das Zusammentreten von Kohlenstoff und Sauerstoff zwei verschiedene Körper entstehen, Kohlenoxyd (CO) und Kohlensäure (CO_2), aber es hat sich bei allen derartigen Verbindungen gezeigt, daß die an der Reaktion beteiligten Mengen in sehr einfachen rationalen Verhältnissen zu einander stehen; so besteht Kohlenoxyd aus 12 Teilen C und 16 Teilen O,

Kohlensäure aus 12 Teilen C und 32 Teilen O, letztere Verbindung enthält also gerade die doppelte Menge an Sauerstoff wie Kohlenoxyd. Auf Grund dieser Eigenschaften der Elemente miteinander in verschiedenen Verhältnissen reagieren zu können, spricht man von einer bestimmten chemischen Wertigkeit oder Valenz eines Elements. Um ein Maß für die Wertigkeit zu gewinnen, hat man das Wasserstoffatom zugrunde gelegt; so bezeichnet man ein Element als vierwertig, wenn es in einem Molekül 4 Wasserstoffatome zu ersetzen vermag. Die Wertigkeit der einzelnen Elemente geht nun aber nicht ins Ungemessene, sondern es bestehen auch hier bestimmte Grenzen, ebenso wie die Atomgewichte anscheinend eine gewisse obere Grenze nicht überschreiten können. Man ist nun durch die zahlreichen langjährigen Untersuchungen dazu gekommen, zwischen Atomgewicht und Wertigkeit eine ganz bestimmte Beziehung herauszufinden, die Lothar Meyer und Mendelejeff zur Aufstellung des periodischen Systems der Elemente führte. Ordnet man die Elemente nach steigendem Atomgewicht, so findet man, daß in ganz bestimmten Abständen Elemente auftreten, die dieselbe Wertigkeit besitzen, und zwar weisen weiterhin die Elemente derselben Wertigkeit wiederum untereinander ähnliche chemische Eigenschaften auf.

So ist dann die Wertigkeit eines Elements in hohem Grade durch den Platz gegeben, den es im periodischen System einnimmt und aus dieser „natürlichen“ Einteilung der Elemente scheint wieder notwendig zu folgen, daß die Atome verschiedenartige Gefüge und Verdichtungszustände ein und desselben Urstoffs seien, nur unter der Annahme eines solchen Urstoffs erscheint die Abhängigkeit der Eigenschaften der Elemente von der Größe der Atomgewichte verständlich. Es ist daher nicht verwunderlich, daß man bald nach der Aufstellung der ersten Atomgewichtstafeln derartige Beziehungen von einer Grundsubstanz zu finden glaubte und so war es vor allem am Anfang des vorigen Jahrhunderts die Proutsche Hypothese, die die Vermutung aussprach, daß alle Atomgewichte einfache Vielfache von dem des Wasserstoffs seien, die einzelnen Elemente stellten also verschiedene Verdichtungszustände dieses Grundelements dar. Aber die weiteren sehr eingehenden Untersuchungen haben dieser Hypothese jeden tatsächlichen Untergrund entzogen, so daß sie als nicht zutreffend aufgegeben werden mußte.

Eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnis von der Konstitution der Materie wurde dann durch das Studium der elektrolytischen Vorgänge ermöglicht. Löst man ein Salz in einer Flüssigkeit und läßt einen elektrischen Strom in die Lösung treten, so zeigt sich, daß sich die Bestandteile des Salzes an den Eintrittsstellen des Stromes, den sogenannten Elektroden, abscheiden. Diese Erscheinung widerspruchsfrei zu deuten, war recht schwierig, und es hat lange gedauert, bis man zu einer klaren Anschauung gelangte. Die Elektrolyse, deren Grundlagen von Clausius und Arrhenius gelegt wurden, trägt einen recht eigenartigen Charakter. Es haben sich jedoch alle Konsequenzen dieser Theorie aufs glänzendste bestätigt und ihre Richtigkeit zweifelsfrei festgestellt. Haben wir z. B. eine Lösung von Silbernitrat der elektrolytischen Zerlegung unterworfen, so bemerken wir, daß sich der eine Bestandteil, das Silber, an der negativen Elektrode, der Kathode, abscheidet (Fig. 1), während der andere an der Anode frei wird. Die Moleküle des Silbernitrats bestehen also aus zwei Teilen, der eine wird von der Anode, der andere von der Kathode angezogen; wir müssen also annehmen, daß beide Teile selbst entgegengesetzte elektrische Ladungen

tragen. Es wäre ja nun möglich, daß durch den Strom selbst die Ladungen hervorgerufen werden, die dann beim Unterbrechen des Stromes wieder verschwinden; es zeigt sich jedoch, daß dies nicht der Fall ist, sondern, daß in der verdünnten Lösung eines Salzes tatsächlich elektrische Ladungen unabhängig von allen äußeren Einwirkungen vorhanden sind. Faraday hatte nun bereits gefunden, daß die durch den elektrischen Strom ausgeschiedenen Substanzmengen in ganz bestimmten Verhältnissen zueinander stehen, nämlich in denselben, wie die chemischen Verbindungsgewichte. Dadurch kamen Clausius und Arrhenius zu der Annahme, daß jedes Atom mit einer bestimmten Elektrizitätsmenge verbunden wäre, und zwar sollen die Atome der einwertigen Substanzen eine Einheitsladung, die zweiwertigen zwei Einheitsladungen, die dreiwertigen drei usw. tragen. Da ferner die Moleküle nach außen neutral erscheinen, so mußte man positive und negative Ladungen für die einzelnen Atomgruppen annehmen, z. B muß man in dem Molekül $CuSO_4$ Kupfersulfat, dem Kupfer zwei positive, dem Säureradikal SO_4 zwei negative Einheitsladungen zuschreiben; beim Zusammentritt beider haben wir es dann mit einem neutralen Molekül zu tun, da sich die entgegengesetzten Elektrizitätsarten aufheben. Wird nun eine Substanz in Wasser gelöst, so sollen nach Arrhenius die Moleküle die Fähigkeit besitzen, teilweise in ihre negativ und positiv geladenen Bestandteile zu zerfallen, und der Vorgang der Elektrolyse spielt sich dann so ab, daß die positiven Teilchen von der negativen Elektrode, der Kathode, die negativen von der Anode angezogen werden. Auf diese Weise tritt eine dauernde Wanderung beider Arten in der Flüssigkeit ein, die so lange dauert, bis alle Teilchen an die Elektroden geschafft sind. Diesen positiv und negativ geladenen Atomen resp. Atomgruppen hat man den Namen Ionen gegeben.

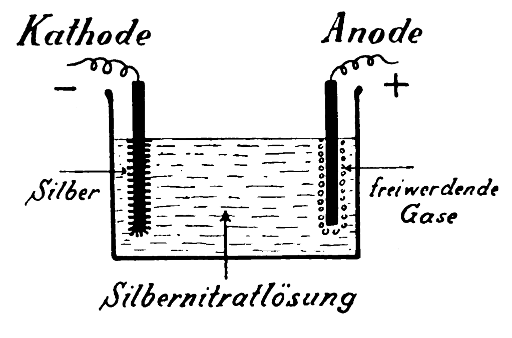


Fig. 1.

Eine wichtige Frage war nun die nach der Größe der von den Ionen mitgeführten elektrischen Ladung. Gerade so wie wir nicht direkt die Größe der Atome bestimmen können, sondern nur die Gewichtsverhältnisse, in denen sie in den einzelnen Molekülen auftreten, so kann man auch nicht direkt den Wert der Ionenladung angeben, wohl aber das Verhältnis von Ladung zur Masse der einzelnen Ionen feststellen. Die von den Ionen pro Sekunde transportierte Elektrizität, den Strom, kann man ja direkt messen, ebenso die abgeschiedene Menge; das Verhältnis beider gibt dann auch ohne weiteres das Verhältnis von Ladung zur Masse des einzelnen Atoms an. Diese Bestimmung von $\frac{\text{Ladung}}{\text{Masse}} \left(\frac{e}{m}\right)$ ist sowohl für die Elektrolyse wie auch ganz besonders für die elektrischen Entladungen in Gasen von fundamentaler Bedeutung, da erst durch sie eine klare und sichere Erkenntnis der hier vorliegenden scheinbar so außerordentlich komplizierten Verhältnisse möglich wurde. Diese Untersuchungen führten nun zu dem Ergebnis, daß das mit der geringsten Masse begabte Atom, Wasserstoff, den größten Wert für $\frac{e}{m}$ besitzt, für alle anderen Körper ergaben sich kleinere Werte, die zueinander in umgekehrtem

Verhältnis wie die chemischen Äquivalente stehen, und dieses Resultat führte dann zu der schon erwähnten Annahme, daß die einzelnen Ionen mit einer oder entsprechend ihrer Wertigkeit, mit mehreren Einheitsladungen behaftet wären. Man könnte demnach die Größe dieser Einheitsladung, die elektrisches Elementarquantum genannt wird, berechnen, wenn man nur die Größe eines einzigen Atoms, z. B. die des Wasserstoffatoms, kennen würde. Diese Größe kann man nun mit großer Wahrscheinlichkeit nach der kinetischen Gastheorie bestimmen (etwa $1{,}6 \cdot 10^{-24}$ g) und dadurch ergibt sich für das Elementarquantum der Wert von $2 \cdot 10^{-20}$ elektromagnetischen Einheiten.

Somit führen die elektrolytischen Untersuchungen zu dem außerordentlich wichtigen Resultat, daß auch die Elektrizität nicht bis zu unendlich kleinen Werten wirken kann, sondern daß auch ihr eine gewisse atomistische Struktur eigentümlich ist. Die Größe von $2 \cdot 10^{-20}$ elektromagnetischen Einheiten ist der kleinste in der Natur überhaupt mögliche Wert der elektrischen Ladung; das Elementarquantum ist gewissermaßen das Atom der Elektrizität. Aber nicht nur für die elektrolytische Leitung ergibt sich auf dieser Grundlage eine völlig befriedigende Erklärung, sondern auch die mannigfachen Erscheinungen auf dem Gebiete der elektrischen Strahlen sind durch den weiteren Ausbau dieser Grundanschauungen der elektrolytischen Theorie auf einem anscheinend so verwickelten Wege dem Verständnis wesentlich näher gerückt worden.

Schon Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtete man, daß auch Gase, besonders in stark verdünntem Zustande, ein gewisses Leitvermögen für den elektrischen Strom zeigen und daß in ihnen je nach der Stromstärke und dem Grade der Verdünnung die verschiedenartigsten Leuchterscheinungen auftreten können. Diese Verhältnisse einwandsfrei zu deuten und sie vor allem mit den Anschauungen über das Wesen der Elektrizität in Einklang zu bringen, machte äußerst zahlreiche Untersuchungen notwendig, und erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit ist es gelungen, eine Theorie aufzustellen, die alle Erscheinungen dieses Gebiets einwandfrei zu deuten gestattet und wie gesagt durch das Studium der elektrolytischen Vorgänge veranlaßt wurde. Die Schwierigkeit, in die Erscheinungen der Elektrolyse, wie die der Gasentladungen einen klaren Einblick zu gewinnen, beruhte in erster Linie auf den Vorstellungen, die man sich über die Wirkungsweise der elektrischen Körper bildete, und die im Laufe der Zeit mannigfaltige Wandlungen erfuhren. Das erste Gesetz über die von elektrischen Körpern ausgeübten Kräfte wurde bekanntlich von Coulomb aufgestellt; es ist dem Newtonschen Gravitationsgesetze völlig analog und sagt aus, daß zwei Elektrizitätsmengen aufeinander mit Kräften wirken, die dem Quadrat ihres gegenseitigen Abstandes umgekehrt proportional sind. Diese Analogie mit dem allgemeinen Gravitationsgesetz legte es natürlich nahe, auch die Elektrizität als materielles, an den elektrischen Körpern haftendes Gebilde, „Fluidum", aufzufassen, wie man ja auch in der damaligen Zeit die Wärme als ein Fluidum ansah. Die elektrischen Körper mußten also nach dieser Anschauung genau wie die Massen im Raume durch unmittelbare Fernwirkung auf einander wirken. Da man nun bei den elektrischen Körpern nicht nur Anziehung, sondern auch Abstoßung beobachtete, nahm man zur Erklärung ein negatives und ein positives elektrisches Fluidum an, dergestalt, daß gleichartige Elektrizitäten sich anziehen, ungleichnamige sich abstoßen sollten. Eine gewaltige Änderung erfuhr die Vorstellung über die Wirkung der Elektrizität durch die Arbeiten Faradays und

Maxwells. Faraday wies nach, daß bei den elektrischen Erscheinungen das umgebende Medium von fundamentaler Bedeutung ist. Er schloß aus seinen Untersuchungen, daß der sogenannte elektrische Zustand der Körper durch einen eigentümlichen Zwangszustand ihrer unmittelbaren Umgebung hervorgerufen sei; das umgebende Medium ist der Sitz der elektrischen Kraft, die an den Körpern beobachteten Erscheinungen sind nur die Wirkungen des elektrischen Feldes. Die Fig. 2 soll zur weiteren Erklärung dieser Annahme dienen. Es treten Zug- und Druckkräfte in der Umgebung der magnetischen oder elektrischen Körper auf, die an den betreffenden Körpern angreifen und unmittelbar die beobachteten Verschiebungen hervorrufen, und zwar findet die Stärke dieser Kräfte eine sehr klare Darstellung durch den Begriff der Kraftlinien, indem von dem betreffenden Körper eine um so größere Anzahl von Kraftlinien ausgeht, je stärker das von ihm erzeugte elektrische oder magnetische Feld ist, d. h. also, je stärker er elektrisiert oder magnetisiert ist.

Dieser Begriff des elektrischen Feldes erwies sich als außerordentlich anschaulich. Vermochte man doch mit seiner Hilfe nicht nur die Erscheinungen der Elektrostatik, sondern auch die des Elektromagnetismus restlos zu erklären. Diese Auffassung von der Elektrizität führte dann auch zu der Annahme, daß die elektrische Erregung nicht an allen noch so entfernten Punkten gleichzeitig auftreten könne, sondern daß sie sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit im Raume fortpflanze. Faraday vermutete bereits, daß diese Geschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit sein würde. Seine Theorie, die von Maxwell in mathematische Form gebracht und wesentlich erweitert wurde, fand dann später durch die klassischen Herz'schen Versuche über elektromagnetische Schwingungen ihre glänzende Bestätigung. Herz stellte die Existenz elektrischer Wellen im freien Raum zweifellos fest und wies nach, daß sie sich tatsächlich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen. Als letzter Schlußstein der Faraday-Maxwell'schen Theorie ergab sich schließlich die vollkommene Identität von Licht-, Wärme- und elektromagnetischen Strahlen. Es gibt zwischen diesen drei Schwingungsarten keine Grenzen, eine greift in die andere über, ihr Mechanismus ist vollkommen derselbe, sie unterscheiden sich nur durch die Schwingungszahl. Somit erschien der Beweis für die Richtigkeit der Faradayschen Auffassung, daß die Elektrizität allein im Äther ihren Sitz habe, vollkommen bestätigt zu sein. Nur die Erscheinung der Elektrolyse und die der elektrischen Entladungen wollten sich dieser genialen Theorie nicht fügen und trotz der mannigfaltigsten Versuche, diese Erscheinungen durch eine Wellenhypothese zu erklären, hat man doch zu der Vorstellung greifen müssen, daß gewisse Elektrizitätsarten von atomistischer Struktur die Ursache dieser Erscheinungen seien, wie bereits vorhin angedeutet wurde. In der Tat wurde diese Auffassung durch die Untersuchung der Kathodenstrahlen und den Zeemanneffekt mit zwingender Notwendigkeit herbeigeführt. Auf diesem Wege bildete sich nun die moderne Theorie vom Wesen

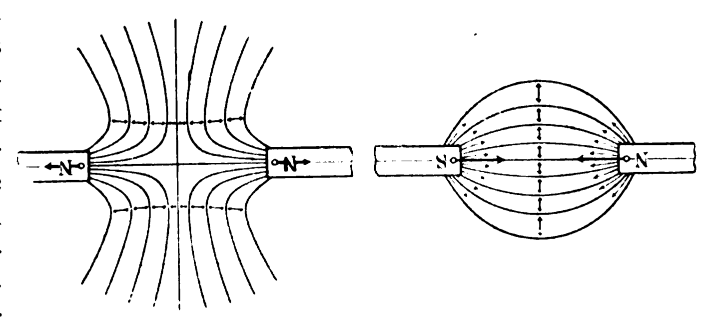


Fig. 2.

der Elektrizität, die Elektronentheorie, die gewissermaßen eine Verschmelzung der alten auf dem Coulombschen Gesetz fußenden Anschauung und der Faraday-Maxwellschen Theorie darstellt; und zwar ist diese Auffassung nicht eine durch mehr oder weniger willkürliche Annahmen entstandene, sondern sie hat sich als notwendige Konsequenz der Forschungsergebnisse der letzten Jahre ergeben.

(Schluß folgt.)



Das Schicksal der Planeten.

Der bekannte schwedische Physiker Svante Arrhenius hat in Erweiterung eines früheren Aufsatzes über die Atmosphäre der Planeten neuerdings ein Buch über das Schicksal der Planeten[1]) bei der Akademischen Verlagsgesellschaft in Leipzig erscheinen lassen, dessen Inhalt wir hier im Auszug wiedergeben: Im Anfangsstadium waren alle Planeten, so wie es unsere Sonne noch jetzt ist, gasförmig. Auch die Atmosphären von Jupiter und Saturn sind noch heute glühend, da wir in unserem Treptower Fernrohr rote und gelbe Wolkenstreifen und Flecken auf ihnen sehen. Ebenso ist es wahrscheinlich, daß die beiden äußersten Planeten Uranus und Neptun, entsprechend ihrer geringen Dichte, noch heiße Atmosphären haben. Wegen der Schwerewirkung nimmt die Dichte der Gase in den äußeren Schichten sehr schnell nach innen zu, bis sie so groß ist, daß die Kompressibilität äußerst gering wird und das Gas sich fast wie ein fester Körper verhält. So ist es zu erklären, daß auf der Sonne, trotz ihres gasförmigen Zustandes, sich Flecke länger als ein Jahr halten und der rote Fleck auf dem Jupiter sich sogar seit 1878 erhalten konnte. Der Übergang in der Dichte zwischen verschiedenen Schichten ist natürlich ein kontinuierlicher, wohingegen bei wirklichen Atmosphären über einem festen oder flüssigen Kern die Dichte in verschiedenen Tiefen an der unteren Begrenzung der Atmosphäre sich sprungweise ändert. Svante Arrhenius schreibt:

„Sind andere Planeten aus demselben Hauptmaterial, schweren Metallen, ihren Oxyden, Silikaten, Karbonaten, Hydraten und etwa Hydrosulfiden der leichten Metalle, einschließlich Aluminium und Wasserstoff aufgebaut, wie unsre Erde, was ja in höchstem Grade wahrscheinlich ist, so ist für die Möglichkeit der Existenz von Lebewesen eine feste Erdkruste Bedingung. Denn der Schmelzpunkt dieser Materialien liegt so hoch, wenigstens über 1000°, daß noch weit unter ihrem Erstarrungspunkt Lebewesen nicht wohl gedeihen können. Das Leben ist an das Vorhandensein sehr weitgehend zusammengesetzter und deshalb recht unbeständiger Kohlenstoffverbindungen geknüpft, die sicherlich schon bei viel tieferen Temperaturen als 1000° zugrunde gehen. — Man hat sich mitunter vorgestellt, daß Silizium den Kohlenstoff in diesen Verbindungen vertreten könnte, wovon man jedoch kein Beispiel besitzt. Die komplizierteren Siliziumverbindungen scheinen auch im allgemeinen viel weniger stabil zu sein als die entsprechenden Kohlenstoffverbindungen. Siliziumverbindungen, welche als Bestandteile des Protoplasmas an Stelle der Kohlenstoffverbindungen eintreten könnten, sind gänzlich unbekannt und vermutlich unter keinen äußeren Bedingungen stabil. Wir wollen also diese und ähnliche Phantasien ganz außer Rechnung lassen, bis eine Andeutung von ihrer Wahrscheinlichkeit vorliegt. —

[1]) Svante Arrhenius, Leipzig 1911, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. (Auch zu beziehen durch den Verlag der Treptow-Sternwarte gegen Einsendung von 1.35 M.)



Die genannten Kohlenstoffverbindungen sind schon unter dem Siedepunkt des Wassers unbeständig, die Eiweißstoffe gerinnen schon bei etwa 55 bis 60° langsam. Jedenfalls müssen wir annehmen, daß sie oberhalb der kritischen Temperatur des Wassers, 365° C, nicht vorkommen können. Es muß also auch die Bedingung für die Kondensation von Wasser, d. h. für die Bildung von Wasseransammlungen, vorhanden sein. Da aber eine freie Wasserfläche ohne Wasserdampf von wenigstens 4,6 mm Druck nicht stabil ist, so schließt schon das Vorhandensein von Wasserflächen auch dasjenige einer Atmosphäre ein. Wenn Sauerstoff, wie die Biologen behaupten, für die Unterhaltung des Lebens unentbehrlich ist, so können wir an Stelle einer festen Erdkruste eine Sauerstoff enthaltende Atmosphäre als Bedingung einsetzen, und da Sauerstoff aus unten näher ausgeführten Gründen ohne feste Erdkruste in der Luft nicht vorkommen kann, so lassen sich die Bedingungen für die Existenz von Lebewesen in die des Vorhandenseins einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre zusammenfassen.

Nur diejenigen Planeten, welche eine wirkliche Atmosphäre besitzen, können lebendige Wesen beherbergen. Gerade aus diesem Grunde ist die Atmosphäre der Planeten von ganz außerordentlichem Interesse. Es handelt sich um das Problem, um welches die edelsten Persönlichkeiten der Menschheit seit dem grauen Altertum ihre schönsten Träume gesponnen haben und dessen Auslegung in freimütigem Sinne Giordano Bruno auf den Scheiterhaufen brachte.

Haben also die Planeten ohne feste Kruste oder flüssige Oberflächenschicht keine Atmosphäre, so ist die Anzahl der einen Luftkreis besitzenden Planeten stark beschränkt. In unserem Sonnensystem, dessen Planeten die einzigen uns bekannten sind, gehören nur die vier inneren Planeten: Merkur, Venus, Erde und Mars, zu dieser Kategorie, sowie die zwischen Mars und Jupiter kreisenden kleinen Planeten, die vermutlich ebenfalls mit einer festen Kruste versehen sind. Von diesen allen sind aber aller Wahrscheinlichkeit nach nur drei, nämlich außer der Erde noch Venus und Mars, wirklich mit Atmosphären begabt. Merkur verhält sich etwa wie der Mond. Er besitzt wie dieser nahezu dieselbe geringe Fähigkeit, Licht zu reflektieren — Diese Fähigkeit wird Albedo — „die Weiße“ — genannt und ist in die unten aufgeführte Tabelle einiger wichtigen Eigenschaften der Planeten eingetragen. Die Albedo dieser beiden Himmelskörper beträgt nur 0,14 bezw. 0,13, dagegen diejenige des Mars 0,22 und der Venus 0,76. Vom Monde wissen wir, daß er jetzt keine Atmosphäre besitzt, und dies ist wahrscheinlich auch beim Merkur der Fall. Dagegen scheint die Atmosphäre der Venus derjenigen der Erde sehr ähnlich zu sein. Die Luftmasse des Mars ist der geringen Albedo entsprechend sehr dünn. Lowell nimmt an, daß der Mars, nach der Albedo zu urteilen, nur 22 % so viel Luft über jedem Quadratmeter besitzt wie die Erde. Diese Schätzung ist höchst unsicher. Denn die Albedo hängt hauptsächlich mit dem Vorkommen von Wolken zusammen, deren Albedo ohne Zweifel nahezu ebenso groß ist, wie diejenige von frisch gefallenem Schnee, die von Zöllner zu 0,80 bestimmt worden ist und innerhalb der Beobachtungsfehler mit der Albedo der Venus übereinstimmt. Hieraus können wir wohl schließen, daß die Venus gänzlich von Wolken eingehüllt ist. Die Albedo der Erde können wir folgendermaßen schätzen. 52 % der Erdoberfläche sind wolkenbedeckt. Der Staub in der Atmosphäre nimmt nach meiner Berechnung von Langleys Messungen etwa 30 % der Sonnenstrahlung weg, von

welchen die Hälfte zum Himmel reflektiert wird. Für das Licht der Sonne ist die Ziffer etwa doppelt so groß. Von den 40 % Licht, welche die Erdoberfläche erreichen, werden etwa 13 % (wie beim Mond) reflektiert und von diesen erreichen 0,7 Teile die obere Grenze der Atmosphäre. Die Totalsumme ist also 0,52 . 0,8 + 0,48 (0,30 + 0,13 . 0,40 . 0,70) = 0,57. Die Albedo der Erde ist also derjenigen der Venus stark unterlegen, trotzdem steht sie dieser etwa doppelt so nahe als dem Mars. Ohne Wolkenbedeckung wäre die Albedo der Erde 0,34, also um 0,21 über derjenigen des atmosphärenfreien Mondes, während die Albedo vom Mars (ohne Wolkenbedeckung) nur um 0,09 diejenige des Mondes übertrifft. Unter der Annahme, daß die Eigenschaften des Mars-Staubes dieselben sind wie

Tabelle der wichtigsten Konstanten der Himmelskörper im Sonnensystem.

Himmelskörper	Entfernung von der Sonne	Mittl. spezif. Gewicht	Mittl. Halbmesser	Umdrehungszeit	Umlaufszeit um die Sonne J.	Albedo	Masse	Exzentrizität der Bahn
Sonne	0,00	1,403	696 098	24,84^d	—	—	332750,0	—
Merkur	0,39	3,09	2 175	87,97^d	0,24	0,14	0,0224	0,20561
Venus	0,72	5,14	6 091	23,35^h	0,61	0,76	0,815	0,00682
Erde	1,00	5,53	6 371[1]	23,94^h	1,00	—	1.000	0,01675
Mond	1,00	3,31	1 740	27,32^d	1,00	0,13	0,0123	0,05491
Mars	1,52	4,00	3 366	24,62^h	1,88	0,22	0,1080	0,09331
Jupiter	5,20	1,35	69 449	9,92^h	11,87	0,62	317,7	0,04825
Saturn	9,55	0,71	57 635	10,27^h	29,47	0,72	95,1	0,05606
Uranus	19,22	2,21	21 101	unbek.	84,02	0,60	14,6	0,04704
Neptun	30,12	2,42	21 643	unbek.	164,80	0,52	17,2	0,00853

Die Entfernung der Erde von der Sonne (als 1 oben gesetzt) beträgt 149,5 Millionen km, die Masse der Erde ist 5985 Trillionen ($5985 . 10^{18}$) metrische Tonnen.

die des Staubes in der Erdluft, kommt man zu dem Schluß, daß die Luft auf dem Mars etwa halb (0,46) so viel Staub als die irdische Luft enthält. Viel weiter kann man nicht kommen, jedenfalls sind alle Mars-Beobachter darüber einig, daß die Lufthülle dieses Planeten nur ein Bruchteil derjenigen unserer Erde ist; die Lowellsche Schätzung entspricht einigermaßen der allgemeinen Meinung.

Man könnte sich wohl darüber wundern, warum die äußeren Planeten nicht ebensoviel Licht wie eine Wolke oder wie frischer Schnee reflektieren, da alles, was wir auf ihnen beobachten können, doch nur Wolken sind. Die Antwort ist, daß, nach den Beobachtungen von Slipher, diese Planeten, und besonders Uranus und Neptun, in ihrer Lufthülle stark absorbierende Gase, meistens unbekannter Art, besitzen, die das von den Wolken zurückgeworfene Licht bedeutend herabsetzen. Bekanntlich ist die dunkle rötliche Färbung vom Jupiter bedeutend heller in Sonnenfleckenjahren als sonst, was auf eine stärkere Ausbildung der höheren Wolken bei großer Sonnentätigkeit zurückgeführt wird.[2]) Eine ähnliche Zunahme der höheren irdischen Wolken mit der Anzahl der Sonnenflecken ist wohlbekannt und wird als Folge der von der eruptiven Tätigkeit der Sonne abhängigen Menge von ausgestoßenem Sonnenstaub betrachtet.

[1]) Im Original steht irrtümlich 63705.

[2]) Unsere Leser finden über diese Frage eingehende Mitteilungen von Osthoff im „Weltall" Jg. 11. S. 1, in dem Artikel: „Über den Einfluß der Sonne auf die Erde".

Schon seit langem ist eine Erklärung für die Abwesenheit eines Luftkreises auf dem Monde gegeben worden. Ritter hat in seinen klassischen Untersuchungen über gasförmige Himmelskörper (1878 bis 1882) gezeigt, daß der Mond wegen der lebhaften Bewegungen der Wasserstoffmolekeln keine solchen an seine kleine Masse zu fesseln vermag. Dasselbe gilt auch für andere Gase, die nicht allzu schwer sind, beispielsweise für die gewöhnlichen Gase der Luft. Johnstone Stoney hat diese Ansicht weiter entwickelt und darauf hingewiesen, daß im allgemeinen die uns bekannten Himmelskörper um so weniger Gas in ihrer Umgebung besitzen, je geringer die Schwerkraft auf ihnen ist. Aus diesem Grunde müssen wir annehmen, daß die kleinen Planeten, von welchen keiner den Mond in bezug auf Größe erreicht, ebenfalls ohne Lufthülle sind. Was den Merkur anbetrifft, so ist die Schwere an seiner Oberfläche nicht völlig anderthalbmal größer als an der Mondoberfläche; es gilt demnach ohne Zweifel in bezug auf seine Fähigkeit, Gase zu fesseln, dasselbe wie für den Mond. Es kommt aber noch ein anderer Umstand hinzu. Aus guten Gründen glaubt man, daß der Merkur immer dieselbe Seite der Sonne zukehrt. Demzufolge besitzt die dunkle Seite dieses Planeten, welche gegen den Himmelsraum strahlt, dieselbe Temperatur wie dieser, vielleicht etwa 50° über dem absoluten Nullpunkt. Alle Gase, ausgenommen Helium und Wasserstoff, müssen sich dahin kondensieren und zu gewaltigen Eismassen gefrieren. Helium und Wasserstoff aber sind gerade so leicht, daß sie nach Stoneys Hypothese längst verschwunden sein müßten. Folglich kann es keine Gase auf dem Merkur geben, auch keine schweren. Ähnliches gilt für den Mond, der eine so lange Nacht ($^1/_2$ Monat) hat, daß der kälteste Punkt der Nachtseite wohl Zeit hat, seine Temperatur fast auf die Temperatur des Himmelsraumes herabzusetzen. Man könnte danach erwarten, daß gerade beim Hineintreten eines Punktes auf der Mondoberfläche in das Sonnenlicht Spuren von kondensierten Dämpfen in Form von Reif sichtbar werden würden. Solche Beobachtungen werden wohl bisweilen gemeldet, sie sind aber sehr zweifelhaft. Jedenfalls kommt keine merkliche Menge von Dämpfen vor.

Wenn es nun richtig wäre, wie es von verschiedenen Beobachtern angegeben wird, daß die Venus immer dieselbe Seite der Sonne zukehrt, so müßte man erwarten, daß die Verhältnisse daselbst denjenigen auf dem Merkur ähnlich wären, d. h. es könnte keine merkliche Atmosphäre bestehen. Dagegen ist man allgemein darüber einig, daß die Venus eine dichte Atmosphäre besitzt; die Strahlenbrechung darin ist so groß, daß die Hörner der Venussichel normaler Weise weniger als 180° voneinander entfernt liegen und bisweilen sogar verschmelzen, so daß der Planet wie ein Lichtring erscheint. Da aber nach Stoney das geringe Vorkommen von Helium in der Erdatmosphäre, trotz stetiger Zufuhr aus den Quellen, auf dem Verschwinden dieses Gases aus der Luft beruht, so müßte man ähnliches für die Venus erwarten, besonders da die Schwere daselbst um ein Fünftel geringer als auf der Erde ist. Dazu käme noch, daß der wärmste Punkt der Oberfläche der Venus, wenn diese immer dieselbe Seite der Sonne zukehrte, eine Temperatur von über 200° C. besitzen würde, was das Verschwinden der leichten Gase außerordentlich fördern würde. Es kann demnach Helium und ebenfalls Wasserstoff nicht in nennenswerter Menge auf der Venus vorkommen. Die anderen Gase sind zu leicht kondensierbar, um auf der stets dunklen Seite eines Planeten vorkommen zu können. Darum muß die Venus eine Achsendrehung von kurzer Zeit (etwa 24 Stunden) haben.

Vom Mars wissen wir durch direkte Beobachtung, daß er Reif oder Schnee an den Polen hat, was nur mit dem Vorhandensein einer Atmosphäre vereinbar ist. Außerdem hat man Spuren von Wolken und Nebel in der Marsatmosphäre und Sandstürme auf dem Mars mit Sicherheit beobachtet.

So viel wissen wir also mit recht großer Sicherheit über das Vorhandensein von Atmosphären der Planeten in unserem Sonnensystem. Ohne Zweifel gibt es in der Nähe von anderen Sonnen ähnliche mit Atmosphäre versehene Planeten, obgleich wir keine solchen kennen Die sogenannten dunklen Begleiter, welche in der Nähe von verschiedenen Sternen wegen ihrer Bewegungen oder Helligkeitsveränderungen angenommen werden, sind so groß, daß sie wohl durch und durch gasförmig sind, wie die großen Planeten in unserem Sonnensystem; wir können also keine eigentliche Atmosphäre, noch lebende Wesen auf ihnen vermuten."

Der Wasserdampfgehalt auf unseren beiden Nachbarplaneten ist wesentlich anders als auf unserer Erde. Wenn man die Sonnenstrahlung und die Abschwächung durch Wolken berücksichtigt, so müssen wir schließen, daß der Wasserdampfgehalt auf der Venus 20 mal größer ist als auf der Erde, und daß er auf dem Mars, dessen Oberfläche wir sehen können, außerordentlich wenig vertreten ist. Wir sind zu diesem Schluß berechtigt, weil die Atmosphären unserer Nachbarplaneten wahrscheinlich ebenso konstituiert sind wie die unserer Erde. Vorhanden gewesener Sauerstoff hat sich bei dem Entwickelungsprozeß mit dem Wasserstoff verbunden; der in der Luft noch befindliche Sauerstoff kann auf unserer Erde durch die Wirkung der Pflanzen aus Kohlensäure entstanden sein, als sich also schon eine feste Kruste gebildet hatte. Nach Arrhenius wurden alle Gase mit zunehmender Abkühlung aus den sauren Silikatmassen ausgeschieden und gaben Wasserdampf sowie Kohlensäure an die Gashülle der Erde ab. Außerdem können wir mit einer Zufuhr von Stickstoff in Form von Cyanverbindungen aus dem Erdinnern rechnen, die sich in der kühlen Atmosphäre zersetzen. Der Wasserdampf verdichtete sich nun zu Ozeanwasser und die Kohlensäure wurde zu Kohle und Sauerstoff umgesetzt. Diese Vorgänge verringern sich, je dicker die Kruste wird, und der Zufluß von Wasser und Kohlensäure wird außerdem durch die Verwitterung beeinträchtigt. Die Verwitterung würde allein genügen, die Kohlensäure der Luft in etwa 1400 Jahren zu verbrauchen, wenn keine Zufuhr vom Erdinneren stattfände. Die vulkanischen Erscheinungen werden aber auch durch die „Verpanzerung" der Erde aufhören, die Temperatur wird sinken und die Verwitterung viel langsamer erfolgen; dadurch wird ein Versiegen des Weltmeers herbeigeführt und unsere Verhältnisse werden denen des Mars ähnlich werden. Der Planet wird einer Wüste gleichen, die Höhen und die Tiefen werden durch den Wüstensand ausgeglichen und die Spalten von Salzseen ausgefüllt. Die herunterstürzenden Meteoriten werden oxydiert und bedecken die Oberfläche des sterbenden Planeten mit einer ockerfarbenen Schicht von Eisenoxyd. Mit der schwindenden Hydrosphäre und Atmosphäre eilt der Planet einem Zustand entgegen, wie er jetzt auf dem Mond zu finden ist. Auch der Mond besaß eine Gashülle, auch er zeigte in einem späteren Stadium „Kanäle"; das beweisen die sogenannten Strahlensysteme [1]), und die letzten Gase in der Lufthülle verschwinden gänzlich durch die Molekularbewegung oder durch Kondensation an den kältesten Stellen der Mondober-

[1]) Die Kanäle auf dem Mars treffen immer auf einen See oder andern Kanal, wohingegen die Mondstrahlen im Kontinent enden, daher trifft der Vergleich nicht ganz zu. Der Referent.

fläche. Diese allgemeine Abkühlung geht auf der Erde viel langsamer vor sich, da der Mond doppelt so hohe Temperatur und sechsmal geringere Schwerkraft besitzt. Trotzdem wir eine geringe Abnahme der Wärme konstatieren können, ist im großen und ganzen seit dem ersten Auftreten des Menschen die Temperatur ziemlich konstant geblieben. Nach der, wie wir heute mit Sicherheit annehmen können, dreimaligen Eiszeit, finden wir jedes Mal einen ungeheuren Pflanzenwuchs und dementsprechend eine ziemlich hohe Temperatur. Wir leben jetzt in einer Übergangszeit, in der zuweilen diese, zuweilen jene Temperatur vorherrscht. Die Feuchtigkeit, die früher über den ganzen Planeten verteilt war, finden wir heute nur noch in den Tropen stark ausgeprägt; dort ist kein starker Wechsel in der Temperatur, weil die dichten, schützenden Wolkenmassen einen ziemlichen Ausgleich, auch zwischen verschiedenen Breitegraden, bewirken. Daher finden wir in der prähistorischen Zeit Tiere, die über den ganzen Planeten verbreitet waren. Der Feuchtigkeit in früheren Zeiten wird die Trockenheit in der Zukunft entsprechen, die wir heute in ausgedehnten Wüsten schon vorfinden. Hier ist der Temperaturunterschied wegen der fehlenden Wolken sehr groß: Felsen zerbersten, die vorhandene Feuchtigkeit dringt in die Risse ein, friert in der Nacht und sprengt Blöcke ab. So geht der Zerstörungsprozeß immer weiter vor sich. Der herumwirbelnde Dünensand wird nach Regenfällen talabwärts geführt, das Wasser verdunstet, der zurückbleibende Schlamm trocknet aus und wird im Innern stark salzig. Dieser sogenannte Kevir wird durch die stete Salzzufuhr der Flüsse und durch die Verdunstung immer salzhaltiger; er ist im Innern feucht und von einer halbtrockenen Tonschicht umgeben. Nach Regen verwandelt sich das Ganze in Schlick, der sich mit der Zeit verfestigen und mit Flugsand bedecken wird, bis er sich allmählich in eine Sandwüste umgewandelt hat. Kein Leben herrscht in dieser Einöde; „man ist in diesen Gegenden Zeuge des beginnenden Todeskampfes des Planeten," und man kann sich dann ungefähr die Verhältnisse auf dem Mars vorstellen. Die spektroskopischen Untersuchungen von Campbell bestätigten den geringen Wasserdampf in der Marsluft, 0,4 g Wasserdampf pro Kubikmeter, und daraus schließt man auf eine mittlere Temperatur von — 37 ° C. Das nicht verbrauchte Wasser hat sich zu Eis verdichtet oder mit Sand gemischt und bildet so eine Art Gestein. Eigentliche Meere und Flüsse gibt es deshalb nicht auf dem Mars. Der häufig vorkommende Wüstensand bringt die Herausmodellierung des Mars-„Antlitzes" hervor, umso mehr, da der Schrumpfungsprozeß des glühenden Marsinnern noch immer andauert. Durch diese Wirksamkeit entweichen viele Gase, die sich im Erdboden kondensieren, neue Salzmengen bilden und sich so zu einem undurchdringlichen Boden verdichten; oder es entstehen größere Salzseen, die schließlich ausfrieren. Der Wüstenstaub verdeckt diese Salzseen, wie man deutlich aus der roten Wüstenfarbe erkennen kann, und man sieht auch im Sommer, wenn die Seen wieder teilweise auftauen, die dunkle Farbe der Tümpel. Die Sonnenwärme dringt namentlich bis zu den Polen, bei denen man ein Schmelzen des Eises beobachten kann. Jetzt findet naturgemäß ein Austausch der heißeren mit der kälteren Zone statt, die großen Salzseen tauen immer weiter auf und nehmen einen blaugrünen Ton an. Der Südpol wird von vielen Wasserläufen umgeben, deren Salz vom Staub ausgelaugt ist, die im Winter zusammenschrumpfen und von dem naheliegenden Festland nicht zu unterscheiden sind. Die Seesysteme sind ebenso schachbrettförmig angelegt wie die Bajirs in der Tschertschenwüste und bilden die sogenannten Kanäle, deren Bilder wegen der

mangelnden optischen Hilfsmittel zu Linien zusammenschmelzen. Das Flußbett entspricht offenbar den tiefsten Stellen in der Tschertschenwüste, das Wasser sammelt sich deshalb in seiner Nähe an. Die Marskanäle, die den Bruchlinien der Kruste folgen, vereinigen sich in Seen, in früheren Einsturzbetten. Die Verhältnisse, die wir jetzt auf dem Mars, der dieselben Eigenschaften der Materie aufweist, beobachten, werden später auf unserer Erde zu finden sein, und nach noch größerer Luftabnahme können wir die weitere Entwickelung uns am Mond veranschaulichen. Die tiefer liegenden Meere sind wahrscheinlich Senkungsgebiete, die bei der Abkühlung einstürzten und den inneren Kraterwall mit in die Tiefe zogen. Die großen Krater sind vielleicht zu einer Zeit entstanden, da die Mondkruste schon sehr dick geworden war und der Mond eine geringere Schwerkraft als die Erde besitzt. Die sogenannten „Perlenschnüre", die stets jüngeren Datums sind, erinnern sehr an die kleinen Krater auf Island. Die Strahlensysteme, die wir auch auf dem Mond wahrnehmen, sind alte Risse, die in früherer Zeit mit Vulkanasche gefüllt wurden. Im großen und ganzen ähnelt der Mond den Gebilden, die wir auf dem Mars finden, nur mit dem Unterschied, daß die Luftmenge geschwunden ist und keine merklichen Gasausscheidungen mehr vorkommen. Der Mond besteht aus fast der gleichen Prozentanzahl von Silikaten wie die Erde, was schon aus seinem Ursprung hervorgeht. Fassen wir die obigen Ausführungen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Nach der Abkühlung des Magmas bildete sich eine feste Oberfläche; aus dem Inneren stiegen Wasserdampf und Kohlensäure zu den höchsten Schichten der Atmosphäre auf und in den darüber liegenden Teilen entstanden durch photochemische Reaktionen Sauerstoff und Kohlenstoff. Die Wasserstoffgase wurden durch den Sauerstoff allmählich verbrannt, so daß nur noch träge Gase, wie Stickstoff, übrig blieben. Durch Spalten in der Kruste wurden Wasserdampf und Kohlensäure in den Luftkreis geführt; die Entwicklung schreitet immer weiter vor, der Wasserdampf kondensiert sich zum Weltmeer, die Kohlensäure geht in den Verwitterungsprozeß ein und wird von Schalentieren als Calciumkarbonat abgesetzt. Zugleich schwemmt das Wasser Sand und Ton zum Meere hinunter und starke Schichten von sedimentären Gesteinen entstehen auf diese Weise. Wasser und Kohlensäure wird durch die Verwitterung vermindert; die Oberfläche verwandelt sich in eine Wüste: der Sauerstoff verbindet sich mit dem Stickstoff zu Nitraten und verbraucht sich ebenso wie der Stickstoff; die Temperaturunterschiede werden immer größer, und die letzten Gase verschwinden zufolge der Molekularbewegung Der Himmelskörper bleibt tot und unveränderlich. Diesen Entwicklungsgang werden alle Planeten nehmen; vielleicht wird auf kurze Zeit Leben aufblühen und sich entfalten, um dann doch wieder in die dunkle Nacht des Vergessens zurückzusinken. Der Mars ist in seiner Entwickelung schon weiter vorgeschritten als unsere Erde. Die Venus, der Lieblingsplanet der Babylonier, Istar, d. h. Himmelskönigin, strahlt noch in hoffnungsreicher Jugend, ihr wird einstens nach dem Verfall der Erde die stolze Rolle als Führerin der Planeten zufallen Die Lebensentwickelung auf den entferntesten Planeten Uranus und Neptun wird immer durch ihre große Entfernung von der Licht- und Wärmespenderin, der Sonne, zu leiden haben.

Die vielen Millionen Jahre ungewöhnlich günstiger Lebensbedingungen, die gerade der Erde noch bevorstehen, berechtigen die Menschheit einer überaus glanzvollen Entwickelung entgegensehen zu dürfen, da doch schon die letzten Jahrhunderte gewaltige Fortschritte gezeitigt haben. Dr. F. S. Archenhold.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 17. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1911 (Erstes Juniheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. – Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über elektrische Strahlen.

Von Dr. W. Haken.

(Fortsetzung.)

Wie bereits erwähnt, ließen sich die Erscheinungen der Elektrolyse in keiner anderen Weise widerspruchsfrei deuten, als daß man sie durch elektrisch geladene Körperchen, die Ionen, hervorgerufen ansah, und die elektrischen Entladungen führten dann schließlich ebenfalls zu einer ähnlichen Auffassung, aber mit einem sehr wesentlichen Unterschiede. Die elektrolytische Theorie steht auf dem Standpunkt, daß die Ionen den Elektrizitätstransport in der Flüssigkeit vermitteln; wir sahen bereits, wie der sich hier ergebende Wert $\frac{e}{m}\left(\frac{\text{Ladung}}{\text{Masse}}\right)$ zur Bestimmung des Elemementarquantums benutzt werden kann, und erwähnten, daß der größte Wert für das Element mit kleinstem Atomgewicht, den Wasserstoff, gefunden wurde, $\frac{e}{m} = 10000$ elektromagnet. Einheiten. Das eingehende Studium der Kathodenstrahlen führte nun zu ganz ähnlichen Ergebnissen, nämlich daß diese Strahlen durch Körperchen gebildet werden, für die ebenfalls ein bestimmtes Verhältnis $\frac{e}{m}$ charakteristisch ist, das aber überraschender Weise noch 2000mal so groß war als das für Wasserstoff gefundene, und es fragte sich, wodurch dieser Unterschied zu erklären wäre; die naheliegendste Annahme wäre ja nun zunächst die, daß der elektrische Leitungsstrom in Gasen gerade so wie der in verdünnten Lösungen durch geladene Atome bedingt sei, nur müßte dann in den Gasen, wenn beispielsweise die Entladung sich in H_2 abspielt, das Wasserstoffatom eine 2000mal größere elektrische Ladung tragen als bei der Elektrolyse, um den Wert $\frac{e}{m} = 2.10^7$ zu erklären; man könnte jedoch auch andererseits annehmen, daß die die Kathodenstrahlen bildenden Teilchen

ebenfalls nur mit einem einzigen Elementarquantum ausgestattet wären, ihre Masse aber wäre dann noch um 2000mal geringer als die des Wasserstoffatoms. In der Tat führten nur sehr gewichtige Gründe zu der letzten Annahme. Was sollte das nun aber für ein merkwürdiges neues Element sein, dessen Atomgewicht nach dieser Auffassung noch um so viel kleiner als das leichteste bisher bekannte Element wäre? Die weiteren Untersuchungen hierüber zeigten dann mit großer Wahrscheinlichkeit, daß wir es hier mit dem Auftreten von freien Elementarquanten zu tun haben, also mit Elektrizitätsatomen, die nicht mehr an ein materielles Substrat gebunden sind, sondern als völlig selbständige Gebilde für sich existieren. Diesen freien Elementarquanten hat man den Namen Elektronen gegeben, und von ihnen hat auch die hier besprochene Theorie ihren Namen. Man lernte nun auch bald andere sehr wichtige Unterscheidungsmerkmale für diese Gebilde kennen. Es zeigte sich, daß ihre Geschwindigkeit millionenmal so groß ist wie die der elektrolytischen Ionen, fast die größte überhaupt mögliche Geschwindigkeit, die Lichtgeschwindigkeit, erreichen kann, und daß sie infolge dieser großen Geschwindigkeit die Fähigkeit besitzen ein elektromagnetisches Feld zu erzeugen. Bekanntlich finden wir, wenn wir die Erscheinungen der ruhenden Elektrizität, z. B. die einer elektrischen Kugel, untersuchen, keine Spur von einer Einwirkung der Kugel auf die Magnetnadel. Ganz anders aber werden die Verhältnisse, wenn wir zu dem Gebiet der bewegten Elektrizität übergehen, also irgendwie einen elekrischen Strom erzeugen; in diesem Fall bemerken wir, daß dieser Strom stets von einem magnetischen Felde begleitet ist, dessen Stärke einzig und allein durch die Stärke des elektrischen Stromes bedingt ist. Wir könnten nun auch versuchen, einen solchen elektrischen Strom durch eine sehr schnelle Bewegung der elektrisch geladenen Kugel hervorzurufen, und untersuchen, ob dann wohl eine Ablenkung der Magnetnadel eintritt. Dieser Versuch ist tatsächlich von Rowland und Crémieu ausgeführt worden und zwar mit positivem Erfolg. Eine sehr schnell bewegte elektrische Ladung besitzt tatsächlich dieselben charakteristischen Eigenschaften wie ein elektrischer Strom, wir können uns also umgekehrt einen solchen auch aus sich sehr schnell bewegenden Elektrizitätsteilchen bestehend denken.

Da nun die Elektrolyse und die Erscheinungen der elektrischen Entladungen notwendigerweise zu der Annahme einer atomistischen Struktur der Elektrizität führen, andererseits aber auch die Erscheinungen des Elektromagnetismus widerspruchslos als von sehr schnell bewegten elektrischen Teilchen herrührend angesehen werden können, so hat man konsequenter Weise diese Ergebnisse miteinander zur Elektronentheorie vereinigt und nimmt auf Grund dieser Anschauung an, daß jede Elektrizitätsströmung, wie sie auch entstehen möge, durch Elektronen resp. Ionen vermittelt wird. Nun hat sich bisher nur die freie Existenz negativer Elektronen nachweisen lassen, während der Nachweis für das Vorkommen freier positiver Elektronen bisher nicht erbracht werden konnte. Daher kam man zu der Vorstellung, daß jedes neutrale Atom resp. Atomkomplex mit einer bestimmten Zahl negativer Elektronen verbunden wäre, deren negative Ladung durch die entgegengesetzte positive des Restatoms kompensiert werden sollte. Verliert ein Atom irgendwie ein oder mehrere Elektronen, so erscheint es als positives Ion, nimmt es dagegen noch ein oder mehrere negative Elektronen auf, so hat man es mit einem negativen Ion zu tun. Auf diese Weise wären dann auch die Ionen in letzter Linie durch die Existenz freier negativer Elektronen bedingt. Um nun die Erscheinungen der

elektrischen Entladungen von diesen Gesichtspunkten aus zu deuten, müssen wir noch eine Wirkung der Elektronen berücksichtigen, nämlich die, welche sie beim Zusammenprall mit einem Atom resp. Molekül ausüben. Erfolgt dieser Zusammenstoß mit großer Geschwindigkeit, so wird die lebendige Kraft des Elektrons plötzlich frei und kann bei genügender Intensität die Spaltung des neutralen Atoms in ein negatives Elektron und positives Ion bewirken. Dies ist eine der hauptsächlichsten Ionisierungsmöglichkeiten bei Gasentladungen, und zwar ist diese Stoßionisation stets von einer Lichtentwickelung begleitet. Es ist leicht einzusehen, daß bei der gewaltigen Erschütterung, die ein Atom bei Abgabe eines Elektrons erleidet, alle in ihm verbleibenden Elektronen eine plötzliche Störung erfahren, zu Schwingungen angeregt werden und somit wenigstens für kurze Zeit zu Emissionszentren für elektromagnetische Wellen, also auch Lichtwellen, werden. Das Leuchten der elektrischen Entladungen und das Bogenlicht haben tatsächlich in diesem Vorgang ihre Ursache.

Die Erscheinungen der elektrischen Strahlen spielen sich nun auf Grund dieser Anschauungen in folgender Weise ab Bringen wir eine Entladungsröhre mit einer Luftpumpe in Verbindung und evakuieren wir sie unter Anlegung genügend hoher Spannungen, so beobachtet man bei einem Druck von etwa 1 mm Quecksilber die in Fig 3 dargestellten Erscheinungen. Wir müssen uns vorstellen, daß ganz analog wie in verdünnten Lösungen so auch in verdünnten Gasen positive und negative Ionen vorhanden sind, die sich teilweise neu bilden, sich auch teilweise neutralisieren, so daß ein mehr oder weniger stabiles Gleichgewicht entsteht. Erregen wir nun ein elektrisches Feld, so werden gleichzeitig die positiven Ionen zur Kathode, die negativen zur Anode wandern, dort ihre Ladungen abgeben und so wieder zu einem neutralen Körper werden. Wählen wir die Spannungsdifferenz stark genug, so werden aus der Kathode Elektronen herausgeschleudert werden können, und zwar mit erheblicher Geschwindigkeit. Diese von der Kathode fortgeschleuderten Elektronen rufen ein von der Kathode ausgehendes Strahlenbündel hervor, das wegen seines Ursprungs den Namen Kathodenstrahlen erhalten hat. Ihre lebendige Kraft wird groß genug sein, um beim Zusammenstoß mit neutralen Molekülen Ionisation hervorzurufen; durch diese Stoßionisation wird eine Leuchterscheinung zu Tage treten können, und tatsächlich beobachtet man unmittelbar an der Oberfläche der Kathode eine helle Lichtschicht (Stelle *a* in der Figur). Durch den Zusammenprall mit den neutralen Molekülen haben die Elektronen natürlich erheblich an Geschwindigkeit eingebüßt und werden daher erst eine gewiße Strecke zurücklegen müssen, bis ihre kinetische Energie groß genug geworden ist, um von neuem Ionisation hervorzurufen. Dadurch entsteht dann wieder ein zweiter leuchtender Bezirk (*b* in der Figur), von dem ersten durch ein dunkles Gebiet getrennt. Die durch den Stoß frei gewordenen Elektronen vereinen sich nun mit den ursprünglichen und setzen mit diesen gemeinsam den von der Kathode abgewandten Weg fort. Jetzt durchlaufen die Elektronen eine verhältnismäßig lange Strecke, den Faradayschen dunklen Raum (*c* in der Figur) bis sie wieder im Stande sind, eine ionisierende Wirkung auszuüben und das sogenannte positive Licht (*d* in der Figur) zu bilden.

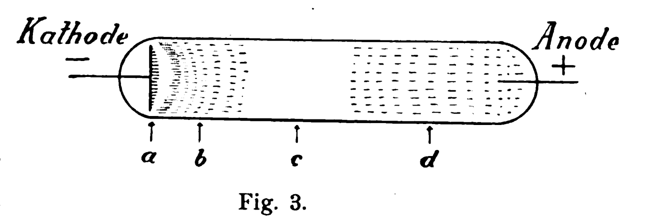


Fig. 3.

Verfolgen wir nun weiter die Wirkung der Kathodenstrahlen, so beobachten wir, daß bei genügend hohem Vakuum die positive Lichtsäule immer mehr zurücktritt und das betreffende Gefäß mit grünlichem Licht erfüllt ist, die gegenüberliegende Glaswand wird zu lebhafter Fluoreszenz erregt. Bringt man einen Metallkörper in den Strahlengang, so wirft er einen deutlichen Schatten, ein klarer Beweis, daß die Kathodenstrahlen den Körper nicht zu durchdringen vermögen. Ferner zeigte Crooks bereits die drehende Wirkung, die die Kathodenstrahlen auf ein leicht bewegliches Rädchen ausüben können, ferner können die Kathodenstrahlen durch geeignete Anordnung der Elektroden außerordentlich hohe Wärmegrade erzeugen, sogar Platin zum Schmelzen bringen. Diese Erscheinungen ließen sich schon schwer mit einer Auffassung der Kathodenstrahlen als Schwingungsvorgänge vereinigen, ausschlaggebend aber waren die Versuche Perins, der die Kathodenstrahlen auf einen in der Entladungsröhre angeordneten Käfig wirken ließ und feststellte, daß der Käfig dabei negativ geladen wurde, ein deutlicher Beweis dafür, daß man es hier mit der Abschleuderung negativ geladener Körperchen zu tun hatte. Es war das das erste Anzeichen für die tatsächliche Existenz strahlender Materie.



Fig. 4.

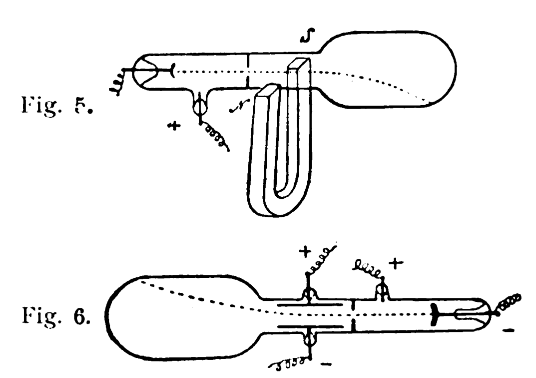
Was wird nun aus den Kathodenstrahlen, wenn sie auf einen Körper treffen? Geben sie ihm restlos ihre negative Ladung ab oder bringen sie vielleicht sekundäre Effekte, ähnlich der bereits geschilderten ionisierenden Wirkung hervor? Man hat tatsächlich das Auftreten sekundärer Strahlen feststellen können, und zwar eine Art Reflexion der Kathodenstrahlen; denn die ausgesandten Strahlen zeigen ebenfalls negative Ladung, sind aber von geringerer Intensität und Geschwindigkeit, sonst jedoch den Kathodenstrahlen völlig gleichwertig.

Röntgen machte nun die Entdeckung, daß von der durch die Kathodenstrahlen zur Fluoreszenz erregten Glaswand nicht allein Strahlen ins Innere der Röhre reflektiert werden, sondern daß auch eine prinzipiell verschiedene Strahlenart von der Glaswand ausgesandt wird. Die Wirkungsweise der Röntgenstrahlen ist ja zu bekannt, als daß ich auf sie hier noch näher einzugehen brauchte. Sie besitzen ein außerordentlich großes Durchdringungsvermögen, das für die dichteren Körper schwächer ist als für die weniger dichten. Darauf beruht die Möglichkeit, photographische Aufnahmen von röntgendurchstrahlten Körpern zu machen. In Fig. 4 ist eine Röntgendurchleuchtung wiedergegeben.

Die Natur der Röntgenstrahlen ist bisher noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Jedenfalls bestehen sie nicht in periodischen Ätherschwingungen wie die Lichtwellen, führen aber auch keine nachweisbare Ladung mit sich, wodurch ihr materieller Ursprung sichergestellt wäre. Die plausibelste und zurzeit von den meisten Physikern vertretene Ansicht ist die, daß durch das Auftreffen der Elektronen auf einen Körper plötzliche und sehr intensive Ätherimpulse entstehen, die die Röntgenstrahlen bilden; sie beständen also aus einer Folge solcher Impulse, nicht aber aus periodischen Schwingungen.

So erklärt die Elektronentheorie in zufriedenstellender Weise diese merkwürdige Erscheinung der Kathodenstrahlen, zeigt, daß sie negative Ladung mit sich führen und wie ein elektrischer Strom ebenfalls ein Magnetfeld erzeugen müssen. Man darf daher erwarten, daß durch Erregung elektrischer und magnetischer Felder auch umgekehrt auf die Kathodenstrahlen eine Wirkung ausgeübt wird, und das ist in der Tat der Fall. Gerade der Nachweis dieser Wirkung bildet die beste Stütze für die Richtigkeit unserer Auffassung über das Wesen der Elektronen, und auf ihr beruhen die interessantesten und glänzendsten Resultate des Studiums über die Strahlung der Materie.

Diese Erscheinungen lassen sich am besten an der Braunschen Röhre untersuchen, wie sie in Fig. 5 und 6 wiedergegeben ist. In einer auf etwa $^1/_{10}$ mm Druck evakuierten Röhre ist vor der Kathode eine mit einer Öffnung versehene Aluminiumscheibe angebracht, sodaß von hier aus ein feines Kathodenstrahlbündel ausgeht. Die Kathodenstrahlen fallen auf den Fluoreszenzschirm und erzeugen hier einen deutlich sichtbaren Fleck. Nähert man der in Betrieb gesetzten Röhre einen Magneten, so beobachtet man eine Ablenkung der Strahlen in demselben Sinne, als wenn sie aus einem entsprechenden biegsamen Stromfaden beständen. Für die elektrostatische Ablenkung ist im inneren der Röhre noch ein Plattenpaar angebracht, zwischen dem ein elektrisches Feld erzeugt werden kann. Die Ablenkung entspricht in diesem Fall auch wieder vollkommen der Auffassung der Kathodenstrahlen als einer elektrischen Strömung. Man kann nun die Intensität des zur Ablenkung benutzten magnetischen und elektrischen Feldes genau bestimmen, ebenso die Spannungsdifferenz an den Enden der Röhre und die erhaltene Ablenkung messen. Die Beziehungen zwischen diesen Größen führen dann zu dem wiederholt erwähnten Wert $\frac{e}{m}$ für die Kathodenstrahlen, der zu 2.10^7 elektromagnetische Einheiten ermittelt wurde. Wilson und J. J. Thomson stellten dann durch weitere Versuche direkt fest, daß die Kathodenstrahlen tatsächlich ebenfalls ein Elementarquantum mit sich führen, und dieses wichtige Resultat führte zu dem Schluß, daß die Kathodenstrahlen durch freie negative Elementarquanten, Elektronen, gebildet wurden. Wie steht es nun aber mit den Trägern dieser elektrischen Grundladung selbst, welche Vorstellung müssen wir uns von ihrer Masse machen? Ihre Masse ist ja nach diesen Ergebnissen 2000mal kleiner als die des Wasserstoffatoms, aber weitere Untersuchungen zeigten, daß diese Masse nicht konstant ist, sondern sich als abhängig von der Geschwindigkeit erweist, mit der die Elektronen sich bewegen. Dieses Resultat muß auf den ersten Blick sehr befremdend erscheinen, ist doch gerade das Gesetz von der Konstanz der Masse eine der fundamentalsten physikalischen Grundaxiomen. Erklärlich wird jedoch diese Erscheinung, wenn man berücksichtigt, daß man es hier mit außerordentlich schnell bewegten elektrischen Ladungen zu tun hat. Es läßt sich in der Tat nachweisen, daß, wenn ein geladener Körper sich mit großer Geschwindigkeit bewegt, auch sein Trägheitswiderstand ein größerer ist, als wenn er keine Ladung besitzt. Diese Zunahme an Trägheitswiderstand besteht aber nicht in einem


Fig. 5.
Fig. 6.

Wachsen an mechanischer Masse, sondern ist rein elektromagnetischen Ursprungs, da ja ein geladener mit einer gewissen Geschwindigkeit sich bewegender Körper ein Magnetfeld um sich erzeugt und dieses Magnetfeld einen hemmenden Einfluß auf ein Wachsen der Geschwindigkeit ausübt. Diese zuerst von Kaufmann an den β-Strahlen angestellten Versuche, zu denen in letzter Zeit noch eine Reihe anderer getreten sind, führen somit zu dem höchst merkwürdigen Resultat, daß die Masse der Elektronen ganz oder doch wenigstens zum größten Teil nicht in mechanischer Masse besteht, sondern rein elektromagnetischer Natur ist.

Die Hauptkennzeichen der Kathodenstrahlen bestehen also darin, daß sie durch negative Elektronen gebildet werden, die sich mit einer der Lichtgeschwindigkeit sehr nahe kommenden von der Kathode zur Anode bewegen; sie besitzen in hohem Maße die Eigenschaft, beim Zusammenstoß mit den neutralen Molekülen des Gases diese in zwei entgegengesetzt elektrische Teile zu spalten, d. h. das Gas durch Stoß zu ionisieren, ein Vorgang, der von einer lebhaften Leuchterscheinung begleitet ist. Ist das Gas, in dem die Entladungen vor sich gehen, sehr stark verdünnt, so rufen die Kathodenstrahlen ein sehr intensives Fluoreszenzlicht der der Kathode gegenüberliegenden Glaswand hervor beim Auftreffen auf einen Körper erzeugen sie ferner Sekundärstrahlen, gewissermaßen neue Kathodenstrahlen, die nur geringere Geschwindigkeit als die ursprünglichen besitzen. Ferner sind sie noch imstande, einen ganz andersartigen Strahlungstyp beim Aufprallen auf ein Hindernis hervorzurufen, die Röntgenstrahlen, die selbst aller Wahrscheinlichkeit nach in Ätherimpulsen bestehen.

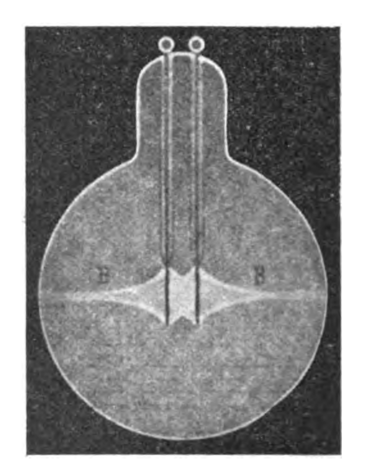


Fig. 8.

Nachdem das Auftreten negativer Strahlen in den Entladungsröhren einwandsfrei nachgewiesen war, erschien die Existenz positiver Strahlen sehr wahrscheinlich, und es gelang gleichfalls ihr Vorhandensein in verschiedenen Formen nachzuweisen.

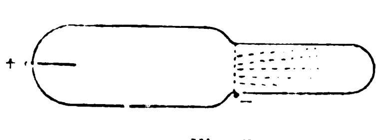


Fig. 7.

Wie schon mehrfach erwähnt, rufen die Kathodenstrahlen durch den Zusammenstoß mit neutralen Molekülen eine Zerlegung dieser in negative Elektronen und positive Ionen hervor, die abgespaltenen negativen Elektronen werden von den Kathodenstrahlen mit fortgerissen, während die zurückbleibenden positiven Ionen von der Kathode angezogen werden und auf sie zueilen. Goldstein gelang es zuerst, diese positiven Strahlen einer eingehenden Prüfung zugänglich zu machen, indem er die Kathode in den mittleren Teil des Entladungsrohrs verlegte und diese Kathode mehrfach durchbohrte. Dann beobachtet man bei genügend hoher Verdünnung, wie von den „Kanälen" der Kathode ein rötliches Strahlenbündel auszugehen scheint, wie Fig. 7 andeutet. Infolge dieses ihres scheinbaren Ursprungs erhielten diese Strahlen den Namen Kanalstrahlen. Erst kürzlich hat Goldstein[1]) andere einfachere Formen der Kathode angegeben, die das Auftreten dieser positiven Strahlenart

[1]) Goldstein, Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft 1910.

ebenfalls zu erkennen gestatten. Fig. 8 zeigt deutlich das Auftreten der Kanalstrahlbündel *BB* zu beiden Seiten der als Kathode dienenden Drähte. Um den Charakter dieser Strahlung festzustellen, bediente man sich ganz derselben Methode, die auch beim Studium der Kathodenstrahlen angewandt wurde, also der elektromagnetischen und elektrostatischen Ablenkung. Das Resultat dieser Untersuchungen war, daß die Kanalstrahlen tatsächlich positive Ladung mit sich führen, doch daß der für sie charakteristische Wert $\frac{e}{m}$ ca. 10^4 elektromagnetische Einheiten betrug, keinesfalls aber größer war, so daß die Kanalstrahlen als positive Ionen gekennzeichnet sind. Über die Konstitution dieser Strahlen stellte J. J. Thomson sehr eingehende Untersuchungen an und gelangte zu dem beachtenswerten Ergebnis, daß sie in sehr stark verdünnten Gasen aus Teilchen mit Massen von zweierlei Größe beständen, nämlich aus Massen von der Größe des Wasserstoffatoms und von doppelter Größe. Hieraus zog J. J. Thomson den Schluß, daß die Kanalstrahlen aus positiv geladenen Wasserstoffatomen und Heliumatomen beständen, welch letztere mit einer doppelten Ladung ausgestattet wären, sie wären dann mit denjenigen Ionen identisch, aus denen nach der jetzigen Auffassung die α-Strahlen der radioaktiven Substanzen bestehen. Doch scheint diese Auffassung bisher nicht genügend experimentell gestützt, um als Tatsache gelten zu können, wenn sie auch große Wahrscheinlichkeit für sich hat. Ferner hat man beobachtet, daß auch sogenannte rückläufige positive Strahlen in den Entladungsröhren auftreten, die sich in umgekehrter Richtung von der Kathode fortbewegen. Ihre Entstehungsmöglichkeit ist eine noch durchaus nicht entschiedene Frage, man kann nur sagen, daß sie von positiven Ionen gebildet werden, die von der Kathode zurückprallen, höchstwahrscheinlich infolge des starken Freiwerdens dieser Ionenart in der zweiten negativen Schicht.

Wenn man die Entladungserscheinungen in verdünnten Gasen, besonders unter bestimmten Versuchsbedingungen, aufmerksam verfolgt, so bemerkt man, daß die Verschiedenheiten der Erscheinungen in der unmittelbaren Nähe beider Elektroden durchaus nicht so tiefgehend sind, wie es zunächst den Anschein hat. So besteht ebenfalls ein dunkler Anodenraum, der dem Kathodenraum sehr ähnlich, wenn auch weit weniger ausgeprägt ist, und so läßt sich denn auch die Existenz von Anodenstrahlen denken, die ganz ähnliche Wirkungen wie die Kathodenstrahlen auszuüben imstande sind. Schon früher hatte man mehrere, wenn auch unsichere Anzeichen für diese Strahlenart gehabt, aber erst kürzlich ist es Gehrke und Reichenheim gelungen, eine Methode zu finden, die Anodenstrahlen in den üblichen Entladungsröhren deutlich sichtbar zu machen. Sie verwenden hierzu eine Röhre von der Form Fig. 9.

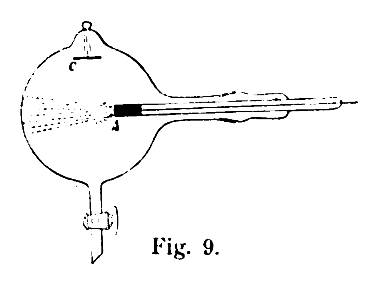


Fig. 9.

An der Stelle *A* ist eine Paste aufgetragen, die aus einem Gemisch eines geschmolzenen Alkalisalzes und Graphitpulver besteht und durch einen Draht positiv geladen werden kann, die Kathode befindet sich bei *C*. Von *A* geht dann ein Strahlenbündel aus, das sich durch elektrische und magnetische Ablenkungen sowie durch spektroskopische Untersuchung als ein Strom von positiven Ionen des in der Anode enthaltenen Alkalimetalls ergibt. Nicht nur dadurch unterscheiden

sich die Kanal- und Anodenstrahlen wesentlich von den Kathodenstrahlen, daß sie aus einer Ionenstrahlung bestehen, sondern infolge ihrer Entstehungsweise legen sie ihren Weg teils als positive Ionen teils als neutrale Moleküle zurück; ein weiterer sehr wesentlicher Unterschied besteht ferner in den von ihnen hervorgerufenen Leuchterscheinungen Ihr Licht kommt nämlich nicht durch Stoßionisation zustande, sondern sie sind, wie Stark entdeckte, von selbst leuchtend, bewegen sich also wie Lichtquellen im Raum. Denn betrachtet man das von ihnen ausgehende Licht im Spektroskop, so treten die charakteristischen Spektrallinien des betreffenden Gases, in dem die Entladung vor sich geht, auf, aber sie erscheinen verbreitert und je nach der Richtung des Spektroskops nach der violetten oder roten Seite verschoben. Die sich hierauf gründende Methode, ihre Geschwindigkeit zu bestimmen, beruht also auf dem Dopplerschen Prinzip, das ja in der Astronomie zur Bestimmung der Eigengeschwindigkeit von Sternen eine so ausgedehnte Anwendung gefunden hat. Das Resultat dieser Untersuchungen war, daß sich ein Teil dieser positiven Strahlen nur mit geringer Geschwindigkeit bewegt, ein anderer aber mit recht erheblicher, der an die der Kathodenstrahlen heranreicht.

Das Studium der bei den Gasentladungen beteiligten positiven Strahlen hat also ergeben, daß sie jedenfalls von positiven Ionen gebildet werden, deren Masse unter allen Umständen mindestens von der Größe des Wasserstoffatoms ist. Wie steht es nun mit den positiven Elektronen? Sollte es nicht ebenso wie negative auch positive Elektronen geben? Allerdings schienen einige Beobachtungsresultate von Lilienfeld und Becquerel auf die Existenz von positiven Ionen hinzudeuten. Aber diese Ergebnisse lassen teils auch eine andere Deutung zu, teils waren die betreffenden Versuchsbedingungen zu kompliziert, um mit Sicherheit die Existenz auch dieser Strahlenart behaupten zu können. Allerdings gibt es auch verschiedene eigenartige Erscheinungen beim Einwirken eines starken Magnetfeldes auf stromdurchflossene Leiter, die nach dem heutigen Stande der Forschung nur durch die Strömung positiver Elektronen erklärlich scheinen, aber ein zwingender Beweis für ihr Vorhandensein ist bisher nicht erbracht, und es bleibt dies einstweilen noch eine offene Frage.

Aber man bedarf garnicht des Nachweises positiver Elektronen, um die elektromagnetischen Erscheinungen vom Standpunkt der Elektronentheorie, bis auf die ebenerwähnten vorläufig noch ungeklärten Verhältnisse, befriedigend darstellen zu können, sondern es läßt sich zeigen, daß tatsächlich die Existenz der negativen Elektronen vollkommen ausreichend ist, und von diesem unitarischen Gesichtspunkt aus hat dann auch H. A. Lorentz die Elektronentheorie durchgebildet.

Jedenfalls spielen die negativen Elektronen, wie wir gesehen haben, eine außerordentlich bevorzugte Rolle, nicht allein bei den Gasentladungen, sondern vor allem auch im Gebiet der Optik. Daher erklärt sich auch die schon vorhin erwähnte Auffassung, daß in letzter Instanz die Atome selbst durch verschiedene Konfigurationen negativer Elektronen gebildet würden, und dieser Annahme wird durch die Ergebnisse der radioaktiven Forschung eine gewichtige Stütze verliehen; wie aber auch die weitere Untersuchung über die Frage nach den positiven Elektronen ausfallen mag, die fundamentale Bedeutung der negativen Elektronen kann in keiner Weise erschüttert werden. (Schluß folgt.)



Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Entwicklung der Doppelsterne.

Unter den Problemen der Kosmogonie hat die Entwicklung der Doppelsterne erst in der neuesten Zeit die genügende Beachtung gefunden. Die älteren Anschauungen, wie die Kant-Laplaceschen, sind ausschließlich den im Sonnensystem beobachteten Verhältnissen angepaßt, wo wir einen überwiegenden Zentralkörper mit ganz kleinen Begleitern finden. Auf die Verhältnisse in den Doppelsternsystemen lassen sich indessen diese Anschauungen garnicht übertragen; nach den neueren Untersuchungen bestehen die meisten Doppelsterne aus zwei Körpern von derselben Masse und Farbe, und es geht hieraus schon deutlich hervor, daß der Entwicklungsgang bei den Doppelsternen ein ganz anderer ist. Die neueren Untersuchungen über die Gleichgewichtsfiguren von Flüssigkeiten haben indessen schon etwas Licht auf die Entwicklung dieser prachtvollen Sonnensysteme geworfen.

Wie bekannt hat schon Maclaurin gezeigt, daß eine schnell rotierende Flüssigkeitsmasse sich stark abplatten muß; wenn eine solche Masse sich durch Abkühlung zusammenzieht, wird die Rotation schneller und zuletzt werden vom Äquator Teilchen abgeschleudert. Diese Abtrennung hat Plateau durch Versuche mit Öltropfen nachahmen können (obgleich die wirkenden Kräfte andere sind) und man hat daher den Schluß gezogen, daß eine rotierende flüssige Masse immer solche Äquatorringe abscheiden müsse, obgleich die Sache noch nicht mathematisch festgestellt worden ist. Auf diese Weise würde sich vielleicht die Entwicklung des Sonnensystems erklären lassen; mit den beobachteten Verhältnissen in den Doppelsternen sind sie aber ganz unvereinbar.

Jacobi hat indessen gezeigt, daß es gewisse Ausnahmefälle gibt, die für das Studium der Doppelsterne von der größten Bedeutung sind. Er hat gefunden, daß eine rotierende Flüssigkeitsmasse unter gewissen Umständen eine unsymmetrische Figur annehmen kann, indem der „Äquator“ elliptisch werden kann (Ellipsoide mit drei Achsen). Poincaré hat die hierdurch aufgeworfene Frage weiter verfolgt, er hat dadurch — gleichzeitig mit Darwin — die für die Doppelsterne astronomisch wichtige Entdeckung gemacht, daß es auch „birnenförmige“ Gleichgewichtsfiguren gibt. Das ursprüngliche Ellipsoid verlängert sich in einer bestimmten Richtung zu einer Beule, als ob sich die Masse bei größerer Geschwindigkeit in zwei gleich große Komponenten teilen würde. Wir können hieraus vielleicht den Schluß ziehen, daß eine flüssige inkompressible Masse sich in zwei Massen von derselben Größenordnung teilen werde.

Die Untersuchungen von Poincaré verfolgen die Entwicklung der Nebel von dem Urzustande bis zu der kritischen Periode, wo die Teilung vorbereitet wird. Die Untersuchungen Darwins verfolgen dagegen die Entwicklung rückwärts; er geht von dem gegenwärtigen Zustande der Doppelsterne aus und versucht durch numerische Rechnung die Entwicklung des Systems rückwärts zu verfolgen. Aber auch seine Untersuchungen reichen nicht bis zur Trennung zurück. Zwischen der Phase, wo die Untersuchungen Poincarés abbrechen, und derjenigen, wo die Untersuchungen von Darwin eingreifen, besteht also eine Lücke, die bisher noch nicht ausgefüllt worden ist, und es ist sogar die Vermutung ausgesprochen worden, daß die „Birne“ Poincarés vielleicht sich garnicht in den Darwinschen Doppelstern überführen läßt, sondern daß vielmehr die „Birne“ sich in einzelne Molekeln auflösen wird.

Die Untersuchungen Poincarés und Darwins sind nur als Lösungen einer bestimmten mathematischen Aufgabe zu betrachten; ihre Voraussetzungen entsprechen durchaus nicht der wahren Konstitution der Gasnebel bezw. der Doppelsterne. In der Analyse werden die Nebel als inkompressible und homogene Massen betrachtet; die wirklichen Nebelflecke sind aber äußerst kompressibel und besitzen sehr dichte Kerne. Es bleibt daher noch immer eine offene Frage, in welcher Weise eine rotierende Gasmasse, die sich durch Wärmeabgabe zusammenzieht, zerfällt.

Die Untersuchungen über die Gleichgewichtsfiguren von solchen Gasmassen sind leider äußerst kompliziert, und es ist noch niemandem gelungen, eine allgemeine Lösung dieser für das Studium der Doppelsterne so wichtigen Frage zu geben. Indessen ist es doch möglich, eine annähernd richtige Lösung zu erhalten, wenn man sich auf Gaskugeln beschränkt, deren Verhältnisse sich nur wenig von den oben erwähnten idealen entfernen, und in der neuesten Zeit ist mehrfach der Versuch gemacht worden, den Übergang von den „idealen" auf die tatsächlichen im Weltenraume herrschenden Verhältnisse zu machen. Über diese Versuche, die zunächst mehr Spekulationen als Resultate exakter Untersuchungen sind, verbreitet sich Henry Norris Russel in einer Abhandlung über den Ursprung der Doppelsterne im Astrophysical Journal, April 1910.

Über die Gleichgewichtsfiguren von rotierenden Gasmassen wissen wir einerseits, daß die Abplattung durch das Vorhandensein eines centralen Kerns verringert wird, wodurch die Auflösung der Masse verhindert wird. Auf der anderen Seite hat indessen Jeans[1]) gezeigt, daß die Kompressibilität der Gase im entgegengesetzten Sinne wirken müsse, indem die äußersten Schichten die „Birnenform" annehmen; die Tiefe der Einschnürung bei gegebener Rotationszeit usw. wird daher natürlich sowohl von der Dichte- als der Temperaturzunahme innerhalb der Gasmasse abhängen. Da die Untersuchungen über die späteren Phasen der Entwicklung eines solchen Systemes nicht mathematisch durchgeführt worden sind, bleibt leider noch eine große Unsicherheit über die wahre Entwicklung einer unter Wärmeabgabe rotierenden Gasmasse. Darwin selbst meint in seinem Werke (The Genesis of double stars 1909):

„Ursprünglich muß der Stern einfach gewesen sein, er muß sich dann ausgebreitet und eine langsame Rotation angenommen haben. In diesem Zustande muß die Schicht von gleicher Dichtigkeit von planetarischer Form gewesen sein. In dem Maße, wie sich der Stern abkühlte und zusammenzog, muß die Rotationsachse geschwankt haben eben durch die Wirkung der Gravitation und vielleicht auch durch die zunehmende Schnelligkeit derselben. Die Schicht von gleicher Dichtigkeit mußte dann birnenförmig werden und sich später wie eine Sanduhr zusammenziehen, mehr im Inneren als im Äußeren. Die Zusammenziehungen der auf einanderfolgenden Schichten, fangen dann von innen nach außen zu platzen an, und wenn dann schließlich dieser Prozeß bis zum Schluß vor sich gegangen ist, haben wir die beiden Sterne, wie sie von Roberts und von anderen geschildert werden."

Chamberlin dagegen spricht die Ansicht aus, daß bei gesteigerter Rotationsgeschwindigkeit die Gaskugeln ihrem äquatorialen Teile Molekel nach Molekel abgeben müssen, und ebenso meint Moulton, daß eine große Gefahr vorhanden sei, daß die „Birne" sich in zahlreiche kleine Massen auflöst, woraus er u. a. folgert, daß die Doppelsterne sich aus Nebeln mit mehreren Kernen entwickelt haben müssen, falls sie überhaupt von Nebeln erzeugt worden sind. Aus diesen abweichenden Anschauungen hervorragender Forscher geht schon hervor, daß die Theorie hier auf unsicherem Boden steht; die Analyse liegt noch wie ein unbekanntes Nebelland vor uns.

Unter diesen Verhältnissen, sagt Roberts, muß die Entscheidung weiteren Beobachtungen überlassen werden. Die Konstitution der sehr engen Doppelsterne, die sich durch periodische Lichtschwankungen verraten, liefert keinen Probierstein; nur die Tatsache, daß die Masse der beiden Komponenten gewöhnlich von derselben Ordnung ist, spricht zu gunsten der Darwinschen Spaltungstheorie. Wenn wir aber zu den mehrfachen Sternen übergehen, wird die Sachlage eine andere.

Es scheint a priori unmöglich, daß mehrfache Systeme, die sich von unabhängigen Kernen ausgebildet haben, bestimmte Beziehungen zwischen Distanzen und Maßen zeigen sollten. Wir müssen vielmehr eine rein zufällige Gruppierung erwarten. Nach der Darwinschen Theorie müssen dagegen bestimmte Relationen vorhanden sein, denn die Entwicklung der mehrfachen Sterne muß nach dieser Theorie nach festen dynamischen Gesetzen fortschreiten, und wir müssen daher (trotz der zahlreichen Abweichungen, die

[1]) Philos. Trans A. 199 S. 1–53 (1902).

durch Spezialfälle der Störungen entstehen können) in dem gegenwärtigen Zustande der mehrfachen Sterne noch die Spuren dieser Gesetzmäßigkeiten nachweisen können.

Wenn ein Nebel in zwei Komponente zerfallen ist, erzeugt der Hauptstern sofort eine enorme Flutwelle auf der Oberfläche des Begleiters und umgekehrt. Wenn die Massen sich zusammenziehen, wird ihre Rotation schneller werden und die Gezeiten werden nach und nach die Energie der Rotation in Umlaufsenergie umsetzen. Dasselbe Spiel wiederholt sich, wenn der Begleiter sich teilt.

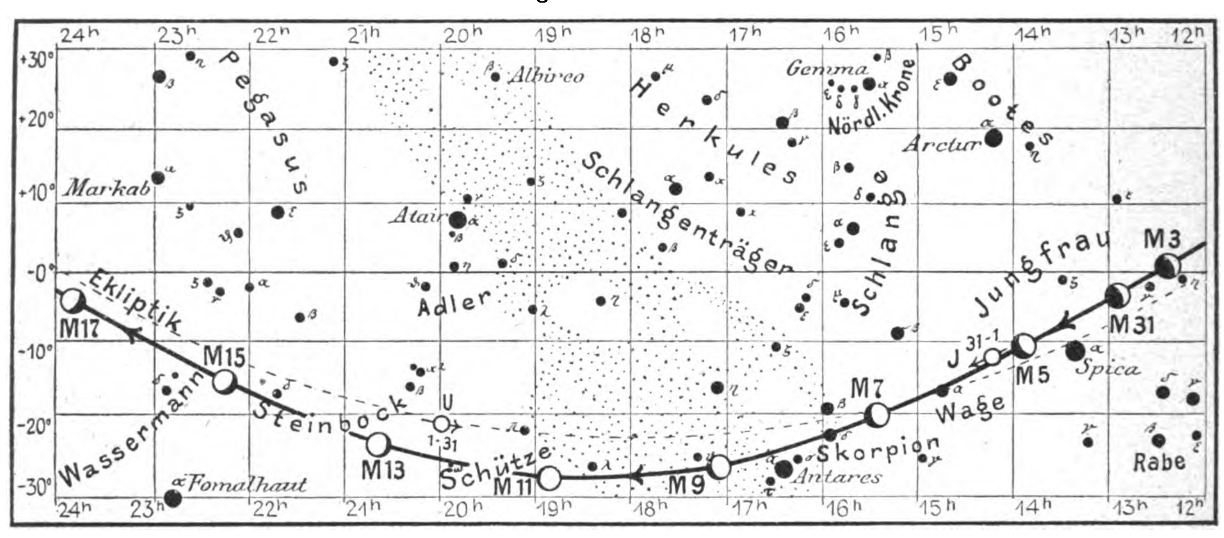
Der Sternenhimmel am 1. Juli 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.

(Polhöhe $52^1/_2{}^{\circ}$)

Aus dem Umstande, daß die Bewegungs-Energie des Systems vor und nach den Teilungen dieselbe sein muß, ergeben sich dann gewisse Beziehungen zwischen den Distanzen der beiden Paare. Russel findet, daß die Distanz s_2 der beiden Komponenten des Begleiters etwa 10 mal kleiner sein muß, als die Distanz s_1 von dem Hauptstern. Dies liefert uns ein Mittel zur Prüfung der Spaltungstheorie, und Russel findet in der Tat, daß die Häufigkeit der Werte $\frac{s_2}{s_1}$ bei 74 dreifachen Systemen sehr gut mit seinen Angaben übereinstimmen, wie folgende Tabelle zeigt:

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

$s_2 s/_1$	Beobachtung	Theorie
Ueber 0,4	1	1
0,4 bis 0,30	2	2
0,3 - 0,20	3	3
0,2 - 0,15	5	4,5
0,15 - 0,10	8	9,5
0,10 - 0,05	17,5	16
0,05 - 0,025	14,5	8
unter 0,025	13	1

Die Verteilung stimmt also gut mit Russels Theorie überein.

Aus der Spaltungstheorie folgt ferner, daß alle drei Komponenten sich in derselben Richtung bewegen müssen. Von der Erde gesehen, müssen daher die Bahnbewegungen im allgemeinen auch in demselben Sinne gehen; da jedoch die Bahnebenen nicht zusammenzufallen brauchen, können die Ebenen auch auf entgegengesetzte Seiten von der Erde gesehen fallen und die Komponenten daher scheinbar in entgegengesetztem Sinne laufen. Unter den 8 dreifachen Paaren, bei denen alle drei Sterne merkbare Bewegungen haben, laufen die Komponenten in demselben Sinne bei 7, eine Tatsache, die ebenfalls zu Gunsten der Spaltungstheorie spricht.

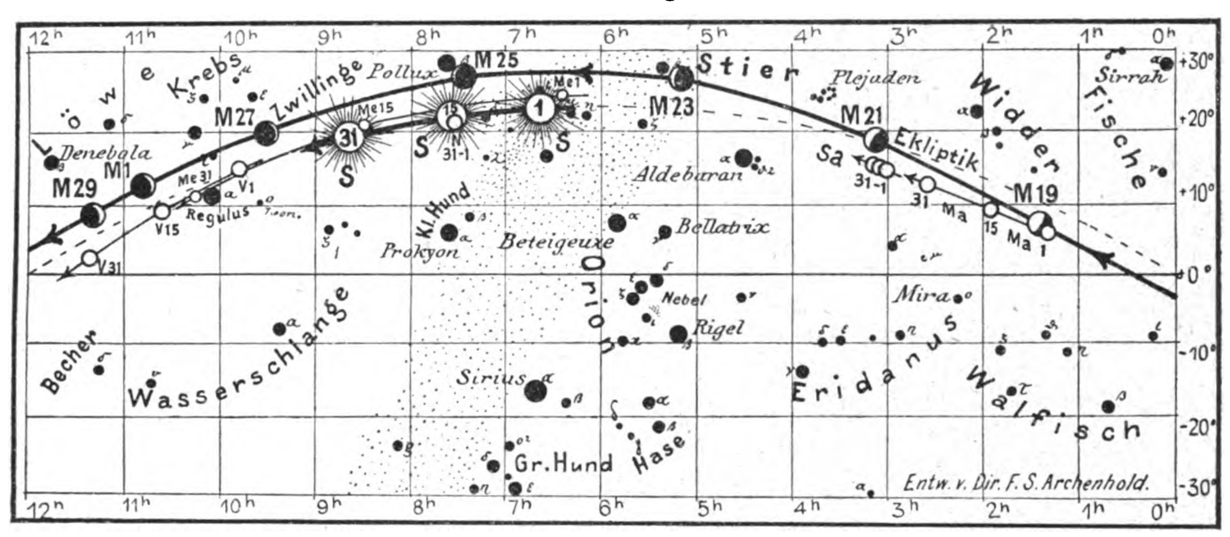
Da die Spaltungstheorie also Tatsachen erklärt, welche der „Zerstäubungstheorie" (Moulton) große Schwierigkeiten bereiten, dürfte es sich lohnen, auch die Argumente gegen diese Spaltungstheorie näher zu betrachten.

Über die Stabilität solcher geteilten Massen, deren Existenz hier postuliert worden ist, besitzen wir keine theoretischen Kenntnisse wegen der Schwierigkeit der Analyse. Russel meint jedoch, daß die schon vorhandenen Tatsachen es wahrscheinlich machen, daß „Birnenformen" von kompressiblen Gasen stabil sein können. Hierfür sprechen u. a. die Untersuchungen über β-Lyra. Wir können daher die Stabilität als gesichert ansehen, bis das Gegenteil mathematisch bewiesen wird.

Chamberlins „loss of gas" findet wohl statt, aber dann müßten gerade Helium und Wasserstoff, die leichtesten Gase, am ersten verschwinden. Die spektroscopischen Beobachtungen von β-Lyrae lehren uns aber gerade, daß dieser Stern sehr reich an He und H ist. Die Tatsache, daß Wasserstoff nie in den Sternspektren fehlt, zeigt, daß der vermutete Verlust an Gas keine Rolle in der Entwicklung der Sterne spielt; denn wäre der Wasserstoff im Äquator abgeschleudert, müßten seine Linien bei fast allen Sternen fehlen.

für den Monat Juli 1911.

Fig. 2a.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Gegen die Spaltungstheorie hat Moulton den Einwurf gemacht, daß die reinen Doppelsterne gegenwärtig eine große Dichte besitzen, weshalb sie eine enorme Kontraktion erlitten haben müßten. Mit dieser Kontraktion wäre aber eine Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit verbunden, welche die schon gefährliche Tendenz zur Spaltung steigern müßte. Die Ungleichheit ist daher vorhanden, daß die „Birne" nach der Teilung in zahlreiche Fragmente zerfällt.

Herr Russel bemerkt hierzu, daß die Vorgänge in erster Linie von der Dichte der Gase abhängen. Nun gibt es bei gleicher Dichte und Rotationszeit mehrere Gleichgewichtsfiguren; z. B. ist das dreiaxige Ellipsoid, gerade bevor es in Birnenform übergeht, so stark abgeplattet, daß seine große Axe 2,90 mal größer ist, als seine kürzeste, die Rotationsaxe; aber bei derselben Dichte und Rotationszeit gibt es noch eine zweite, sehr stabile Gleichgewichtsfigur, ein zweiaxiges Ellipsoid, dessen Aquatorialradius 1,42 mal größer als sein Polarradius ist. Bei gleicher Masse will das Sphäroid, wie Russel zeigt, erst die ellopsoidale Figur annehmen, wenn seine Dichte 22 mal größer geworden ist.

Dieser Fall erinnert an die Verhältnisse bei der Spaltung. Vor der Spaltung ist die ganze Masse einer „Sanduhr" ähnlich; nach der Spaltung teilt sie sich in zwei eiförmige Massen. Die Dichte und Rotationszeiten sind praktisch unverändert. Da die Sanduhrfigur das größte Moment besitzt, müssen die Eierfiguren eine frühere Phase darstellen und sich viel mehr verdichten, bevor sie sich teilen als die Sanduhrfiguren.

Russel meint sogar, daß die Dichte so groß sein muß, daß die Gesetze der Gase ungültig werden. Bei der Teilung muß die Dichte viel kleiner als amtosphärische Luft gewesen sein.

Die weiten unregelmäßigen Sterngruppen innerhalb der großen Nebel, wie z. B. das Trapez im Orion, mögen vielleicht durch die „Kerntheorie" erklärt werden. Die Hauptmasse der Doppelsterne müssen aber, wie die statistische Prüfung der dreifachen Sterne zeigt, sich durch wiederholte Teilung gebildet haben, und diese Spaltungstheorie können wir als eine „Arbeitshypothese" benutzen, solange dieselbe nicht durch neue Beobachtungen bezw. theoretische Tatsachen widerlegt wird. Ja, die Spaltungstheorie allein gibt uns eine ausreichende Erklärung für die Bildung der mehrfachen Sternsysteme.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne ist wieder für den 1., 15. und 31. Juli in unsere Karte 2a eingezeichnet. Andere wissenswerte Daten gibt uns folgende Tafel:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Juli 1.	+ 23° 11′	3h 49m morgens	8h 30m abends	60½°
- 15.	+ 21° 41′	4h 3m -	8h 21m -	59¼
- 31.	+ 18° 30′	4h 25m -	7h 59m -	56°

Mond. Die Hauptphasen des Mondes, dessen Lauf für die Mitternacht des 1., 3, 5. usw. wieder in unsere Karten 2a und 2b eingetragen ist, fallen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Juli 3. 10h morgens. Letztes Viertel: Juli 19. 6h morgens.
Vollmond: - 11. 2h nachm. Neumond: - 25. 9h abends.

Im Monat Juli findet eine Sternbedeckung statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Juli 12.	ω Sagittarii	5,0	19h 50m	—26° 32′	3h 44m,5 morgens	16°	4h 24m,1 morgens	307°,1	Untergang des Mondes 4h 2m,4

Die Planeten.

Merkur (Feld 6½ h bis 10¼ h) steht am 4. Juli in oberer Konjunktion mit der Sonne, ist also voll beleuchtet. Der Durchmesser beträgt zu Anfang des Monats 5″ am Ende 6″,1. Am 27. Juli steht Merkur in Konjunktion mit dem Monde und am 29. 10′. nördlich von Regulus. Wegen seiner großen Sonnennähe bleibt er für das unbewaffnete Auge unsichtbar.

Venus (Feld 9¾ h bis 11½ h) ist zu Anfang des Monats 1½ Stunden und zuletzt nur noch eine Stunde als Abendstern am Westhimmel sichtbar. Ihr beleuchteter Teil nimmt von 0,53 bis 0,34 ab. Ihr Durchmesser nimmt von 22″,5 auf 32″,9 zu. Am 6. Juli steht sie 37′ nördlich von Regulus und am 7. Juli erreicht sie ihre größte östliche Abweichung von der Sonne (45° 29′); am 28. Juli tritt sie in Konjunktion mit dem Monde. In unserem großen Fernrohr kann die Venus auch jetzt am Tage in großer Höhe beobachtet werden, und es ist hierbei von großem Vorteil, daß bei der Besichtigung der Venus mit unserem großen Fernrohr nicht die Temperaturdifferenzen, die bei anderen Fernröhren zwischen der in der Kuppel befindlichen Luft und der Außenluft hervortreten, das Bild verzerren. Jeder Beobachter, der mit kleineren Fernrohren die Venus zumeist unruhig sieht, ist über unser außerordentlich ruhiges Bild erstaunt.

Mars (Feld 1¼h bis 2½h) geht schon vor Mitternacht auf. Die Dauer seiner Sichtbarkeit beträgt am Ende des Monats bereits 4 Stunden; sein Durchmesser wächst von 8″,7 auf 10″. An seinem Südpol ist trotz seiner großen Entfernung eine mächtige Eiskalotte jetzt gut sichtbar. Am 19. Juli tritt der Mars in Konjunktion mit dem Monde.

Jupiter (Feld 14¼ h) ist wegen seines südlichen Standes immer schlechter zu beobachten; am Ende des Monats beträgt die Dauer seiner Sichtbarkeit nur noch 1½ Stunden nach Sonnenuntergang. Sein Durchmesser nimmt von 38″,5 auf 35″,3 ab. Am 5. Juli wird der Mond gerade in der Mitte zwischen Jupiter und Spica, dem hellsten Stern in der Jungfrau, stehen.

Saturn (Feld 3 bis 3¼ h) ist anfangs nur ¾ Stunden, am Ende 3¼ Stunden lang am Morgenhimmel zu beobachten. Sein Durchmesser nimmt von 16″ auf 17″,7 während des Monats zu. Am 20. Juli bilden Mond, Plejaden und Saturn eine ähnlich interessante, bemerkenswerte Konstellation wie am 5. Juli Jupiter, Mond und Spica.

Uranus (Feld 20 h) ist während der ganzen Nacht zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt 3″,6.

Neptun (Feld 7½ h) ist während des ganzen Monats auch für die großen Fernrohre unsichtbar, da er am 14. Juli in Konjunktion mit der Sonne steht.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Juli 1. 10h abends Mars in Sonnennähe.
- 5. 10h vorm. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.



Juli 6. 3^h morgens Venus 37′ nördlich von Regulus.
- 7. 4^h nachm. Venus in ihrer größten östlichen Abweichung (45° 29′).
- 8. 3^h nachm. Merkur 2° 19′ nördlich von Neptun.
- 14. 10^h abends Neptun in Konjunktion mit der Sonne.
- 19. 8^h abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 20. Mitternacht Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 7^h vorm. Uranus in Opposition mit der Sonne.
- 27. 9^h vorm. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 10^h abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 3^h nachm. Merkur 10′ nördlich von Regulus.



Kleine Mitteilungen.

Der Apex der Sonnenbewegung ist von A. Wilkens neuerdings aus den Eigenbewegungen von 620 meist lichtschwachen Sternen abgeleitet (A. N. 4499). Die untersuchten Sterne sind im Jahre 1905 bis 1906 am Repsoldschen Meridiankreise der v. Kuffnerschen Sternwarte zwischen 29° 50′ und 35° 10′ nördlicher Deklination beobachtet worden; die Eigenbewegungen lassen sich aus den vor etwa 35 Jahren angestellten Leidener Meridianbeobachtungen ableiten. Da Herr Wilkens in sein Arbeitsprogramm nur Sterne, bei denen die Leidener Beobachtungen um mehr als 6″ von den alten Bessel'schen abweichen, aufgenommen hat, besitzen seine Sterne, trotz ihrer Lichtschwäche, meist größere Eigenbewegungen; bei 180 Sternen betragen die Eigenbewegungen mehr als 10″ im Jahrhundert.

Herr Wilkens findet, daß die vorhandenen Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Eigenbewegungen seiner Sterne sich allein durch die Bewegung des Sonnensystems erklären lassen. Als Apex der Sonnenbewegung findet er Rectasc. = 286°, Dekl. + 37° in guter Übereinstimmung mit anderen modernen Bestimmungen. Unsere Sonne bewegt sich hiernach gegen einen Punkt in der Nähe von ι Lyrae.

* * *

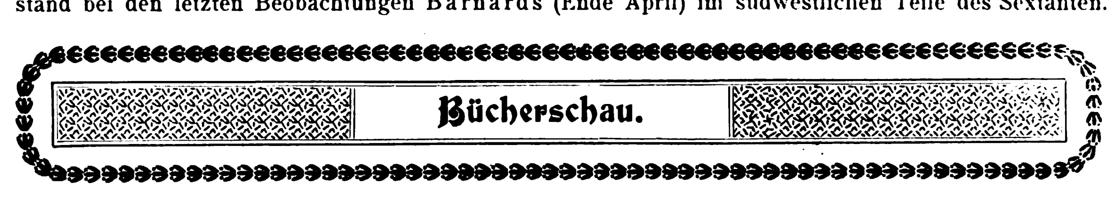
Über den spektroskopischen Doppelstern o Persei macht Prof. Ludendorff in den A. N. 4500 eine bemerkenswerte Mitteilung. Dieser Stern ist besonders dadurch interessant, daß die beiden Kalciumlinien H und K nicht an den periodischen Verschiebungen der übrigen Linien teilnehmen, sondern vielmehr eine konstante Geschwindigkeit ergeben, die gleich derjenigen des Schwerpunktes des Systems ist.

Die Neubestimmung der Bahn von o Persei durch Jordan hat nun zu dem auffallenden Ergebnisse geführt, daß die Geschwindigkeit des Schwerpunktes gegenwärtig + 18 km beträgt, während Vogel im Jahre 1903 dafür — 3 km erhielt. Es wäre hiernach denkbar, daß ein dritter Körper im System o Persei vorhanden wäre, dessen Vorhandensein das abweichende Verhalten der Kalciumlinien erklären könnte.

Herr Ludendorff hat daher die Vogel'schen Platten unter Anwendung eines Reversionsprismas neu vermessen, wodurch die persönlichen Auffassungsfehler, die bei den verwaschenen Spektrallinien der Sterne des Oriontypus sehr groß sein können, unschädlich gemacht werden. Das Resultat war ein überraschendes; Herr Ludendorff findet die Geschwindigkeit des Schwerpunktes zu + 9 km, so daß auf eine Veränderlichkeit der Schwerpunktsbewegung nicht geschlossen werden darf. Herr Ludendorff meint vielmehr, daß die große Abweichung zwischen Vogel und Jordan sich dadurch erklärt, daß Vogel die Platten nur in einer Lage gemessen hat.

Die Ludendorff'sche Neubearbeitung der Potsdamer Spektogramme von o Persei zeigt somit, daß die Schwerpunktsbewegung nicht veränderlich ist Auch bei δ Orionis, bei dem sich die K-Linie ebenso zu verhalten scheint, wie bei o Persei, läßt sich eine Veränderlichkeit der Bewegung nicht nachweisen. Man wird daher gut tun, weitere Beobachtungsresultate abzuwarten, ehe man Hypothesen zur Erklärung des eigentümlichen Verhaltens der Kalciumlinien aufstellt.

Der Halleysche Komet ist gegenwärtig nach Barnards Beobachtungen selbst am Yerkes 40-Zöller ein ziemlich schwieriges Objekt. Seine Gesamthelligkeit ist nur 15. Größe. Der Komet stand bei den letzten Beobachtungen Barnards (Ende April) im südwestlichen Teile des Sextanten.



Bücherschau.

William Fairfield Warren, The earliest Cosmologies. New-York-Cincinnati 1910.

Der Verfasser gibt in diesem Buche eine Übersicht betreffs der Vorstellungen, welche sich die antiken Völker, insbesonders die orientalischen, über die Stellung der Erde im Weltraume, über das Himmelsgewölbe usw. gemacht haben. Das Material zu dieser Arbeit bilden die Sagentraditionen und die uns in den heiligen Büchern, anderweitigen Literaturresten und in den Denkmälern der Völker erhaltenen Weltanschauungen und Vorstellungen. Die Richtigkeit dieser Rekonstruktion des Weltbildes der alten Völker hängt ganz von jenen Materialien ab. Die Überlieferung ist aber vielfach nur dürftig; die Begriffe der Alten müssen meist erst durch Interpretation aus dem Materiale abgeleitet werden; hierzu kommt noch die Schwierigkeit, daß es oft kaum möglich ist, die Zeitepoche zu bestimmen, aus welcher die Weltvorstellungen bei den einzelnen Völkern herrühren. Die Rekonstruktion des Weltbildes der alten Völker ist daher ein wissenschaftliches Wagnis, für welches sich als Resultat nur eine Wahrscheinlichkeit, nicht aber die Gewißheit, angeben läßt. Noch mißlicher wird ein solcher Versuch, wenn nicht bloß das jedesmalige antike Weltbild hergestellt, sondern auch noch der gegenseitige Zusammenhang der Weltbilder, eventuell deren Entwicklung aus einer gemeinsamen Quelle, dargetan werden soll. An diese Schwierigkeiten möchte ich den Leser erinnern, wenn er das Buch Warrens zur Hand nimmt. Er wird dann den sehr geschickten Darstellungen des Verfassers mit Interesse folgen, sich aber auch hier und da die Frage vorlegen, ob der Zustand des uns derzeit zu Gebote stehenden Materials die Schlüsse völlig verbürgt, die der Verfasser in seinem Buche zieht. — Den Anfang macht das Weltbild der antiken Juden, für welches als Quelle freilich nicht viel mehr als die biblischen Bücher vorhanden sind. Nachdem der Verfasser hier auch die von Schiaparelli (in dessen „Astronomie des alten Testaments") aufgestellte Ansicht berührt hat, wendet er sich zum Weltbilde der Babylonier. Aus dem wenigen Materiale, was Winckler, Hommel, Sayce u. a. hierüber haben finden können, läßt sich ungefähr ersehen, daß das babylonische Weltbild die Erde im Zentrum der Welt annahm; die Erde wurde in eine obere und untere Hälfte geteilt; sieben Sphären, bestimmten Göttern geweiht, umgeben konzentrisch die Erde. die äußerste Sphäre der Welt (Anu und Ea geweiht) stellt der Fixsternhimmel vor. Gewisse Eigentümlichkeiten. die sich im Weltbilde der Juden vorfinden, scheinen auf einen ehemaligen, also sehr alten Zusammenhang der kosmischen Vorstellungen zwischen den Babyloniern (oder einer Urquelle) und Juden hinzudeuten. Spuren dieses vielleicht semitisch allgemeineren Weltbildes sieht der Verfasser noch in den rabbinistischen Schriften, wie der Erwähnung des siebenfachen Himmels und der siebenstufigen Hölle. Masperos Weltbild der alten Ägypter (die Welt als vierseitiges Prisma, mit den vier Weltecken, Sonnenjahrpunkten und der Himmelssphära) hält der Verfasser nicht für zutreffend, neigt vielmehr zu einer mit dem babylonischen Himmelsbilde verwandten Auffassung, für welche auch Ansichten von Lepsius, Roth und Steindorff zu sprechen scheinen. Betreffs der Werke Homers hat der Verfasser nachgewiesen, daß bei den Griechen im Zeitalter des Homer die Erde keineswegs als eine flache Scheibe angesehen wurde; vielmehr ergibt sich aus Homers Schriften ein dem babylonischen ähnliches Weltbild: eine freischwebende Erde mit Ober- und Unterwelt, aufrechte Weltaxe, Mehrheit um die Erde wandelnder Welten, Welt- und Erdozean u. a. Aus dem für die Hindu in Betracht kommenden Material, besonders den Schriften der Veda-Zeit, schließt der Verfasser, daß trotz der selbständigen Form des indischen Weltbildes einige vorderasiatische Züge darin nicht zu verkennen sind. Die Anschauung der Buddhisten über das Universum schließt sich — mit einigen Abweichungen, die der Verfasser notiert — unmittelbar an das Hindusystem an. Im weiteren Inhalt des Buches beschäftigt sich der Verfasser mit einer neuen Erklärung des altägyptischen (kosmologischen) Begriffs „Tuat", mit der Zusammenstellung der noch der Aufklärung oder weiteren Erforschung bedürftigen Weltbild-Probleme und in einigen Anhängen mit Spezialgegenständen, wie mit der Frage über die Lage des Totenreichs bei Homer, mit dem „Weltbaum" der germanischen Mythologie, dem „Sonnentor" der Babylonier und Ägypter u. a. F. K. Ginzel

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 18. **Verlag der Treptow-Sternwarte,** Berlin-Treptow. **1911 (Zweites Juniheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Der Planet Jupiter.

Nach den Untersuchungen von Prof. Lohse.

Von H. E. Lau.

Unter den großen Planeten gibt es keinen anderen, dessen Oberfläche in kleinen Fernrohren so viele Einzelheiten zeigt, wie der „Riesenplanet" unseres Sonnensystems, der Jupiter. Die Geschichte der Jupiterforschung beginnt daher sofort nach der Erfindung des Fernrohrs; im Gegensatz zu den frühesten Venusbeobachtungen haben die ältesten Jupiterbeobachtungen ein Bild des Riesenplaneten geliefert, das auch noch heute in seinen Hauptzügen als richtig erkannt wird.

Schon die alten mangelhaften Fernrohre von Zucchi (1630), Fontana und Grimaldi stellten die Hauptstreifen des Jupiters deutlich dar, und wenige Jahrzehnte später erkannte Hooke (1664) schon Flecke auf dem Jupiter. Die erste genauere Untersuchung verdanken wir dem berühmten D. Cassini. Es gelang ihm außer den beiden Hauptstreifen noch vier feinere in größeren Breiten zu erkennen; auch entdeckte er zuerst die Abplattung des Jupiters Aus seinen Beobachtungen der dunklen Flecke bestimmte Cassini die Rotationszeit des Planeten zu $9^h\ 56^m$; aus den hellen Wolken der Äquatorzone fand er dagegen $9^h\ 50^m$. Aus diesem Ergebnisse ging hervor, daß die Flecke keine festen Gebilde sein konnten; selbst der große „Dauerfleck" (tache permanente), der bis 1713 verfolgt wurde, zeigte unregelmäßige Eigenbewegung. Die späteren Beobachtungen von Messier, Schröter und W. Herschel bestätigten im allgemeinen die Cassinischen Resultate, ohne wesentlich Neues hinzuzufügen.

Unter den Jupiterbeobachtern der Folgezeit sind besonders zu erwähnen Gruithausen, der die hellen Lichtpunkte, die in gewissen Streifen immer vorhanden sind, entdeckte, Schwabe, der zuerst die „rifts" (hellen Risse) der

Hauptstreifen und die große Ähnlichkeit der kleineren Flecke mit den Kernflecken der Sonne bemerkte, und Mädler, der die erste genaue Bestimmung der Rotationszeit lieferte. Aus diesen Beobachtungen ging im allgemeinen hervor, daß die Flecken und Streifen des Jupiters außerordentlich veränderlich sind, und die meisten Astronomen meinten daher, daß es eigentlich keinen Zweck habe, so viele Zeit auf diese vermeintlichen „Wolken" zu verschwenden, da man doch nie daraus Aufschlüsse über die physischen Verhältnisse im Innern des Riesenplaneten erhalten würde.

Im Jahre 1878 erschien indessen auf der südlichen Halbkugel des Jupiters ein ovaler, intensiv rot gefärbter Fleck von etwa 41 000 km Durchmesser. Das Entstehen dieses „Roten Fleckes" (Fig. 1 u. 2) mußte ein reges Interesse für die Untersuchungen über Jupiter hervorrufen. So wurden völlig neue Aussichten für die Erforschung der physischen Beschaffenheit des Planeten eröffnet. Im „Roten Fleck" sahen die meisten Astronomen wohl einen ungeheueren, von leichten Wolkenschleiern bedeckten Lavasee, aber diese Anschauung erwies sich bald

Der rote Fleck
(nach Lohse).

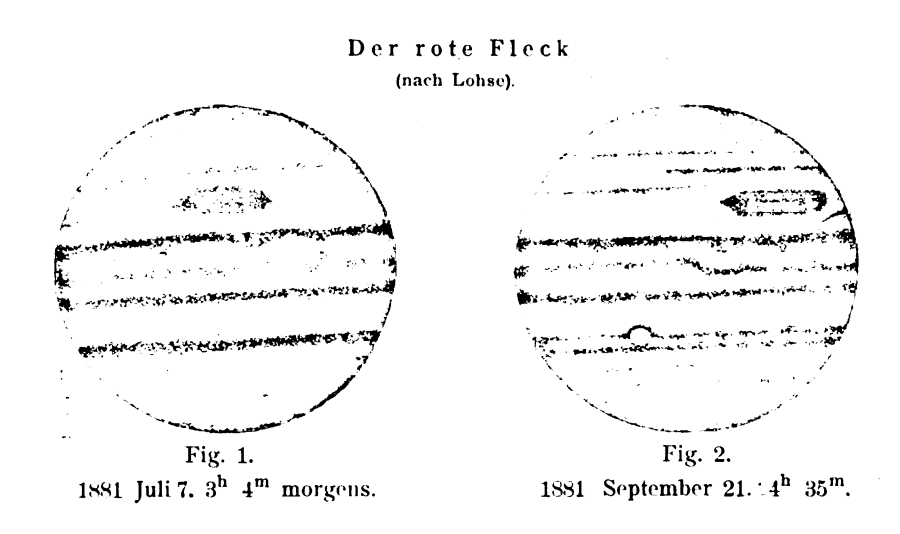


Fig. 1. 1881 Juli 7. $3^h\ 4^m$ morgens.

Fig. 2. 1881 September 21. $4^h\ 35^m$.

als ungenügend: Die Rotationszeit des „Roten Fleckes" wurde stark veränderlich gefunden, was mit dem obigen Erklärungsvermerk in Widerspruch stand. So wurde eine Menge von schwierigen Fragen aufgeworfen, die nur durch systematische Jupiterbeobachtungen gelöst werden konnten.

Seit dem Jahre 1878 ist daher sehr vieles auf dem Gebiete der Jupiterforschung geschehen. Die Arbeiten von Hough, Denning, Pritchard, Noble, Williams, Barnard, Bredichin, Phillips, Brenner, Antoniadi, Fauth, Rheden, Sola und viele andere haben bekanntlich die merkwürdigsten Tatsachen ans Licht gebracht. Die bisherigen Untersuchungen beruhen leider meist auf Schätzungen, die — wie Schmidt und Phillips nachgewiesen — mit enormen persönlichen Fehlern behaftet sind; auch sind viele wichtige Beobachtungen zufällig von Astronomen gemacht, die sich nur gelegentlich mit dem Jupiter beschäftigten. Es dürfte daher eine sehr schwierige Aufgabe sein, aus diesen zahllosen Fragmenten ein einheitliches Ganzes darzustellen; besonders gilt dies für die ältesten Beobachtungen des „Roten Fleckes", die ja bei der Prüfung der verschiedenen Theorien von der größten Bedeutung sein werden.

Bei dieser Sachlage haben die Jupiter-Forscher mit Ungeduld auf die Veröffentlichung der von Professor Lohse in den Jahren 1879 bis 1909 am Potsdamer 11 Zöller ausgeführten Jupiterbeobachtungen gewartet. In diesem langen Zeitraume hat Prof. Lohse andauernd eine große Zahl von Zeichnungen und Mikrometermessungen ausgeführt; diese umfassenden Untersuchungen liegen nun endlich vor in einem stattlichen Bande von 182 Seiten Text mit 12 Tafeln. Wegen der hervorragenden Bedeutung dieses Werkes werden wir im Folgenden eine ausführliche Übersicht über den reichhaltigen Inhalt des Lohseschen Werkes geben.

Die Oberfläche des Jupiters, sagt Lohse, erscheint bei fortgesetzten Beobachtungen sehr veränderlich. Die gewaltigen Dampf- oder Gasmassen, welche die sichtbare Oberfläche des Planeten bilden, sind offenbar kräftigen Wärmewirkungen aus dem Innern ausgesetzt. Bisweilen sieht man rotglühende Massen hervorbrechen, deren abweichende Bewegungen verraten, daß sie aus Tiefen kommen, wo ganz andere Bewegungsverhältnisse herrschen. Die Massen, welche hierbei in Bewegung gesetzt werden, sind von riesigen Dimensionen; selbst die kleinsten Flecke, die wir auf dem Jupiter wahrnehmen können, die hellglänzenden Wölkchen der südlichen Halbkugel, sind von der Größe der Jupitertrabanten.

Bei dieser Größe der tätigen Kräfte, meint Prof. Lohse, dürfte die wechselnde Tätigkeit im Innern des Planeten eine entsprechende Expansion der gewaltigen Gaskugel hervorrufen können. Auch wäre es möglich, daß der starke Auftrieb vom Innern in gewissen Gegenden des Planeten, wo die Streifen und Flecke vom aufsteigenden Gasstrome weggestoßen werden, örtliche Deformationen hervorrufen könnte; ja Prof. Lohse hält es nicht für ausgeschlossen, daß der Riesenplanet noch gegenwärtig eine unregelmäßige (dreiachsige) Gestalt als Überbleibsel aus der Vorzeit haben könnte.

In den Jahren 1891 bis 1909 hat Prof. Lohse daher eine große Reihe von Mikrometermessungen ausgeführt. Die Bearbeitung zeigt, daß die örtlichen Abweichungen höchstens 0″,1 bis 0″,2 betragen können und ferner, daß von einer dreiachsigen Gestalt keine Rede sein kann. Die Lohseschen Messungen zeigen — abgesehen von einer zeitlichen Zunahme der beiden Durchmesser, die Prof. Lohse auf eine Abnahme seiner Sehschärfe zurückführt —, nur kleine Schwankungen und es scheint somit, daß der Riesenplanet sich gegenwärtig in verhältnismäßiger Ruhe befindet und daß keine Abnormitäten mehr an seine stürmische Vorzeit erinnern.

Die Richtigkeit seiner Bestimmungen der Jupiterdurchmesser hat Professor Lohse durch Untersuchungen an einem Modell geprüft. Auf dem Turm der Garnisonkirche zu Potsdam wurde eine Scheibe befestigt, deren bekannter Durchmesser von Prof. Lohse dann durch Mikrometermessungen am 11 Zöller bestimmt wurde. Aus diesen Versuchen meint Prof. Lohse schließen zu dürfen, daß die persönlichen Fehler seiner Messungen nicht 0″,1 übersteigen können. Im Mittel findet Lohse:

Äquatorialdurchmesser des Jupiters = 38″,343
Polardurchmesser - - = 36″,031.

Sein Wert der Abplattung des Jupiters 1 : 16,58 stimmt innerhalb der Beobachtungsfehler mit dem aus den Störungen des 5. Trabanten abgeleiteten Wert überein.



Die starke Abplattung des Jupiters rührt bekanntlich von der schnellen Umdrehung des Planeten her. Eine andere Erscheinung, die auch hiermit zusammenhängt, ist die Streifenbildung. Die zahlreichen Streifen sind fast immer mit dem Jupiteräquator parallel; wenn ausnahmsweise schräge Streifen (Fig. 3 u. 4) auftreten, stellen sie sich nach kurzer Zeit mit den übrigen wieder parallel ein. Die Lage der Jupiterstreifen kann daher für die Bestimmung der Stellung der Rotationsaxe des Planeten benutzt werden. Aus seinen Messungen der Positionswinkel der Streifen aus den Jahren 1891 bis 1908 findet Lohse, daß die Polarachse des Jupiter gegen einen Punkt des Nordhimmels gerichtet ist, dessen Rekt. = 267°,80, Dekl. = + 64°,65 beträgt. Dieser Punkt liegt im Sternbilde des Drachen, in der Nähe des Sternes ζ, der also als „Polarstern" des Jupiters angesehen werden kann.

Die Anordnung der Jupiterstreifen zeigt eine gewisse Regelmäßigkeit. Obgleich Prof. Lohse im Laufe seiner langjährigen Beobachtungen Streifen in fast allen Breiten bis + 50° Breite gesehen hat, gibt es doch auf dem Jupiter

Jupiter mit schrägen Streifen
(nach Lohse).

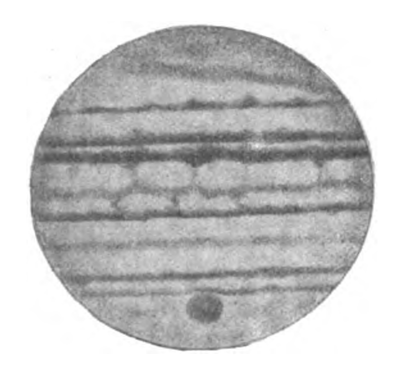


Fig. 3.
1904 Dezember 13. 6^h 55^m abends.

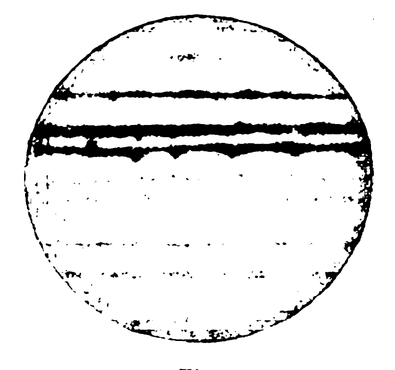


Fig. 4.
1906 Januar 15. 7^h 8^m abends.

gewisse Zonen, wo die Fleckentätigkeit am größten ist. Aus seinen 600 Mikrometermessungen, die hauptsächlich aus den Jahren 1891 bis 1909 stammen, findet Lohse, daß auf beiden Halbkugeln ausgesprochene Maxima von 8°, 20° und 30° Breite vorhanden sind. Besonders die beiden Maxima in + 8° und − 8° Breite sind sehr ausgesprochen; man sieht dort fast immer zwei kräftige Streifen von rotbrauner Farbe, die die helle Äquatorzone begrenzen. Die großen Schwankungen in der Lage der Streifen können nicht als Beobachtungsfehler erklärt werden; sie müssen vielmehr durch langsame, dauernde Verschiebungen der Tätigkeitszonen bedingt sein.

Den Farbenänderungen der Streifen hat Prof. Lohse große Aufmerksamkeit gewidmet. Seine Beobachtungen bestätigen den Farbenwechsel von rotbraun bis braungrau; auch die feuerrote oder dunkelrote Farbe der äquatornahen Ränder der beiden Hauptstreifen hat er erkannt. Der angebliche periodische Farbenwechsel der Hauptstreifen wird entschieden widerlegt; überhaupt scheint die Streifenentwicklung auf Jupiter nach Lohses Beobachtungen nur durch die Tätigkeit im Innern bedingt zu sein.

Die größeren Streifen scheinen nach Lohses Beobachtungen jeder einen bestimmten Fleckentypus zu besitzen. In der hellen Äquatorzone treten ungeheuere weiße, eiförmige Wolken auf; in 20° bis 30° Breite sind dagegen kleine hellglänzende Wölkchen sehr häufig, während der nördliche Äquatorstreifen durch kleine tiefrote „Striche“ charakterisiert wird. Die großen eiförmigen Flecke sind nur von kurzer Dauer, die kleinen Lichtpunkte können dagegen oft jahrelang verfolgt werden. Auffallend ist es, daß beide Typen nach Lohses Beobachtungen in gewissen Jahren wie 1882, 1894 und 1906 — also in der Nähe der Maxima der Sonnenflecke — besonders häufig waren.

Bei der Berechnung seiner Fleckenbeobachtungen hat Prof. Lohse die Positionen auf ein gewisses Normalsystem bezogen, das der Rotationszeit $9^h\ 55^m\ 41^s$ entspricht. Dieser Wert ist aus den älteren Beobachtungen des „Roten Fleckes“ abgeleitet worden. Da die übrigen Flecke jedoch eine kürzere Rotationszeit ergeben, eilen sie immer dem „Roten Fleck“ voraus, und ihre jovigraphischen Längen nehmen daher fortwährend ab. Aus Lohses Flecken-

Der Schleier (1904 bis 1906)
(nach Lohse).

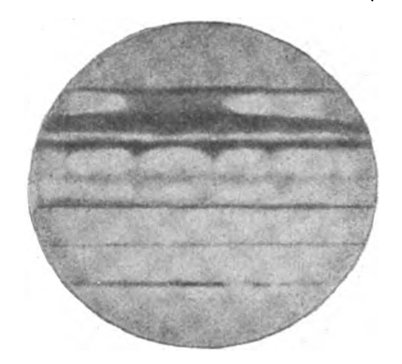


Fig. 5.
1904 Dezember 16. $6^h\ 47^m$ abends.

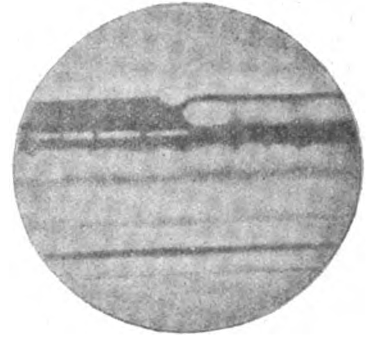


Fig. 6.
1906 Februar 12. $6^h\ 59^m$ abends.

beobachtungen ergeben sich nun folgende Mittelwerte der täglichen Bewegung der verschiedenen Fleckentypen:

Fleckentypus	Breite	Tägliche Bewegung	Anzahl der Flecken
Weiße Wolken . . .	0°	−8°,16	3
Helle Flecken	+8°	−6°,05	3
Rote „Striche“ . . .	+10° bis +15°	−0°,27	9
Lichtpunkte	+20°	−0°,21	5
Lichtpunkte	−26°	−0°,55	11

Aus dieser Tafel ist zunächst ersichtlich, daß eine einfache Beziehung zwischen der Geschwindigkeit und der Breite der Flecke nicht besteht. Prof. Lohse meint jedoch, daß eine mathematisch ausdrückbare Abhängigkeit nachgewiesen werden könnte, wenn es gelingt festzustellen, zu welchen Schichten der Gashülle die vorhandenen Fleckentypen gehören. Wenn man Flecken aus allen Schichten zusammenfaßt, kommt man allerdings zu dem Schluß, daß ein plötzlicher Sprung in der Rotationszeit zwischen 8° und 10° Breite stattfindet.

Besonders ist die große Geschwindigkeit der weißen Wolken in der Äquatorzone auffallend. Diese Wolken machen in kaum 6 Wochen eine ganze Reise um die Jupiterwelt, während die Lichtpunkte auf der südlichen Halbkugel diese Reise erst in zwei Jahren vollführen. Wenn nun diese Wölkchen sich zufällig in derselben Breite wie z. B der „Rote Fleck" befinden, müssen sie alle zwei Jahre über oder unter ihm vorbeigehen, und diese Vorübergänge dürften uns wohl einen Einblick in die eigenartigen Verhältnisse des „Roten Fleckes" gestatten.

Im Jahre 1901 bildete sich nun gerade in dieser Breite ein dunkler Fleck, der sich nach und nach zu einem ungeheueren Streifen entwickelte. Es war die berühmte „South tropical disturbance", die von den deutschen Beobachtern kurz als „Schleier" bezeichnet wird.

Diesen Schleier (Fig. 5 u. 6) hat Prof. Lohse seit 1904 verfolgt. Aus seinen Beobachtungen geht hervor, daß der „Rote Fleck" während der Vorübergänge des Schleiers unsichtbar wird. An seinem Orte sieht man einen grau-weißen Fleck, während er sonst als schwach lachsrotes Oval erscheint. Auch hat Prof. Lohse während der Vorübergänge mehrfach helle Punkte über dem „Roten Flecken" gesehen. Er erklärt die Unsichtbarkeit des Schleiers in folgender Weise: Aus dem „Roten Flecke" strömen fortwährend heiße Gasmassen, welche die grauen Massen des Schleiers erhitzen und teilweise auseinander treiben, bis sie sich auf der anderen Seite des „Roten Fleckes" wieder kondensieren. Diese Auffassung erklärt in ungezwungener Weise das Aussehen der Gegend des „Roten Fleckes" während der Vorübergänge des Schleiers.

Die großen Störungen, welche Phillips u. a. in der Bewegung des Schleiers gefunden haben, sind in Prof. Lohses Beobachtungen nur schwach angedeutet. Dieses Ergebnis dürfte indessen auf der ungünstigen Verteilung der Potsdamer Beobachtungen beruhen; in der Nähe der Vorübergänge führt Lohse überhaupt nur drei Beobachtungen an, die er wegen ihrer großen Abweichung von den übrigen als unsicher verwirft. Die Frage nach den Störungen des Schleiers bezw. des „Roten Fleckes" muß daher wohl noch als eine offene bezeichnet werden.

Den „Roten Fleck" hat Lohse seit dem Jahre 1878 mit der größten Ausdauer verfolgt. Seine sorgfältigen Zeichnungen lassen verschiedene Phasen in der Entwickelung des Fleckes erkennen. Im Jahre 1881 lag der „Rote Fleck" in einer hellen Zone. 1882 breitete der südliche Äquatorstreifen sich gegen Süden aus und bildete eine merkwürdige Bucht am Ostende des „Roten Fleckes". In den Jahren 1883 bis 1884 bildete der Streifen eine dunkle Umrahmung um den „Roten Fleck", der im Innern einer „Bai" zu liegen schien (Fig. 7 u. 8). In den Jahren 1885 bis 1894 nahm die Gegend ihr altes Aussehen an, aber seit dem Jahre 1896 hat sich die „Bai" aufs neue gebildet. Im Aussehen des Fleckes sind ebenfalls große Veränderungen eingetreten. Im Jahre 1881 erschien er noch als ein rötliches Oval. In der Folgezeit war er kaum zu erkennen; seine Farbe war gelblich, in den späteren Jahren (nach 1895) sogar mattgrau. Der „Rote Fleck", besonders seine Osthälfte, erschien häufig mit hellen Flecken bedeckt, seine Form war häufig unregelmäßig, ja bisweilen schien der ganze Fleck schräg gestellt zu sein.

Die Bewegungen des „Roten Fleckes" hat Prof. Lohse sehr eingehend auf Grund eigener und fremder Beobachtungen untersucht. Aus den Ergebnissen dieser mühevollen Arbeit können wir hier nur die wichtigsten wiedergeben.

Nach Lohse nahm die jovicentrische Länge des „Roten Fleckes“ in den Jahren 1878 bis 1892 von 250° bis 0° ab. Dann kehrte der Fleck um und wanderte gegen Osten, bis er 1901 eine Länge von 50° erreichte. Seitdem geht der Fleck wieder gegen Westen; gegenwärtig befindet er sich in der Nähe des Nullmeridians. Die Bewegung des „Roten Fleckes“ ist somit ganz unregelmäßig, und kein mathematischer Ausdruck vermag seine rätselhaften Wanderungen darzustellen.

Den neueren Anschauungen über den „Roten Fleck“ kann Lohse, wie er sagt, nur mit Widerstreben zustimmen. Da er die Störungen des „Roten Fleckes“ durch den Schleier — die bekanntlich die Grundlage der neueren Auffassung bilden — nicht erkannt hat, so liegt allerdings für ihn kein Grund vor, die alten Anschauungen aufzugeben. Nach Lohse befindet sich der „Rote Fleck“ in den tieferen Schichten der Atmosphäre des Planeten; die heißen Gasmassen, welche fortwährend vom „Roten Flecke“ aufströmen, treiben die überlagernden Wolkenstreifen auseinander und eröffnen uns somit einen Einblick

Der rote Fleck mit der Bai

(nach Lohse).

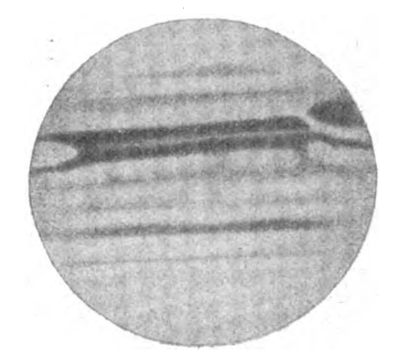


Fig. 7.
1883 Januar 31. $7^h\ 30^m$ abends.

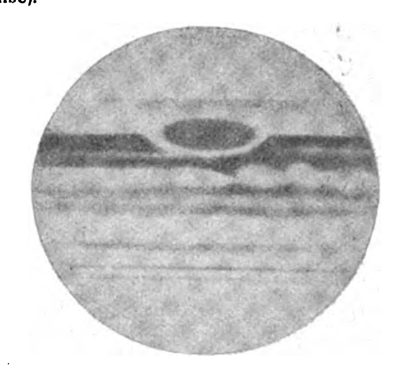


Fig. 8.
1883 Januar 31. $8^h\ 28^m$ abends.

ins Innere des Planeten. Diese Annahme erklärt sehr schön die Beständigkeit der großen Einbuchtung im südlichen Äquatorstreifen, welche den „Roten Fleck“ umschließt; auch wird dadurch das rätselhafte Verschwinden des Schleiers während seiner Vorübergänge am „Roten Fleck“ in ungezwungener Weise erklärt.

Durch die neuesten Untersuchungen über den „Roten Fleck“ ist das ganze Studium indessen wieder so in Fluß gekommen, daß es wohl vorläufig keinen Zweck hat, auf den vorliegenden Tatsachen eine Jupitertheorie aufbauen zu wollen. Die Hauptsache ist jetzt, daß die Jupiterbeobachtungen mit der größten Ausdauer und Sorgfalt fortgesetzt werden. Bei den theoretischen Untersuchungen wird man aber immer auf die Beobachtungen aus den ersten Phasen der Entwickelung des „Roten Fleckes“ zurückgreifen müssen. Aus dieser Zeit besitzen wir sonst keine im wissenschaftlichen Sinne systematischen Beobachtungen, und Prof. Lohse hat daher durch seine 30 jährigen Beobachtungen für die Jupiterforschung einen Beitrag geliefert, dem noch kein zweiter an die Seite gestellt werden kann.

Über elektrische Strahlen.

Von Dr. W. Haken.

(Schluß.)

Indem wir somit über die Strahlen negativer Elektronen und positiver Ionen eine genaue Kenntnis besitzen, während das Vorhandensein positiver Elektronen noch unentschieden ist, so können wir uns von vornherein sehr wohl noch verschiedene andere Strahlungsarten vorstellen, z. B. Strahlen von neutralen Atomen und Molekülen oder negativen Ionen. In der Tat werden derartige Annahmen durch die höchst bemerkenswerte Tatsache sehr nahe gelegt, daß beispielsweise eine Strahlungsart der radioaktiven Substanzen, die α-Strahlen, nur dann nachweisbar ist, wenn ihre Geschwindigkeit oberhalb eines bestimmten Schwellenwertes liegt, es könnte also sehr wohl Körper geben, die dauernd eine materielle Strahlung emittieren, ohne daß wir beim gegenwärtigen Stande der experimentellen Forschungsmethode die geringsten Anzeichen für ihre Existenz haben. Was speziell die Strahlung nicht elektrischer Teilchen betrifft, so hat das eingehende Studium der Kanalstrahlen zu der Erkenntnis geführt, daß diese ihren Weg teils als neutrale Moleküle teils als positive Ionen zurücklegen, indem zeitweilig ihre positive Ladung durch das Zusammentreffen mit negativen Elektronen kompensiert werden kann. Schon hieraus geht hervor, daß die Verkettung eines negativen Elektrons mit einem positiven Ion zu einem neutralen Molekül durchaus nicht immer eine sehr innige zu sein braucht, es lassen sich vielmehr gewisse Übergangsformen zwischen der völligen Lostrennung eines negativen Elektrons aus dem Atomverband einerseits und seinem völligen Aufgehen in diesem andererseits denken. Eine derartige Vorstellung hat nun neuerdings Righi zur Erklärung verschiedener eigenartiger Vorgänge in Entladungsröhren unter Einwirkung magnetischer Felder benutzt. Schon von Plücker, Hittorf und mehreren anderen Physikern waren merkwürdige Entladungserscheinungen im Magnetfelde beobachtet worden. Die Kathodenstrahlen zeigten einen spiralförmigen Verlauf, wenn das magnetische Feld in die Richtung ihrer ursprünglichen Bahn fiel, gleichzeitig beobachtete man auch ein Lichtbündel, das sich längs einer magnetischen Kraftlinie verteilte. Diese Erscheinungen glaubte man zunächst einzig und allein den Kathodenstrahlen zuschreiben zu können, die sich um die magnetischen Kraftlinien drehen müssen, wie sich ein stromdurchflossener biegsamer Leiter um einen Magnetstab windet. Aber verschiedene Untersuchungen von Birkeland und Villard ließen doch das Auftreten neuer Strahlungsarten als sehr wahrscheinlich erscheinen, wenn es ihnen auch nicht gelang, ihren Charakter zweifelsfrei festzustellen. Diese Versuche hat nun Righi weiter fortgesetzt und ist dabei zu sehr interessanten Resultaten gekommen, die das Vorhandensein einer neuen Strahlenart, die er „magnetische Strahlen" nennt, im höchsten Maße wahrscheinlich machen.

Nach Righi entstehen diese Strahlen durch das Zusammentreten eines positiven Ions und negativen Elektrons zu einem nach außen neutral erscheinenden System, und zwar so, daß beide kreisende Bewegungen umeinander ausführen, und da die Masse eines Ions fast 2000mal so groß ist als die des Elektrons, so wird die Bewegung ganz ähnlich der eines Planeten oder Kometen um die Sonne sein (Fig. 10). Eine wesentliche Bedingung für das Zustandekommen und die Existenzfähigkeit dieser Doppelsternsysteme positives Ion-

negatives Elektron ist das Vorhandensein und die Stärke eines magnetischen Feldes, daher erhielten diese Gebilde den Namen magnetische Strahlen. Es würde zu weit führen, auf die sehr umfangreichen Untersuchungen, die ausführlich in dem Werke Righi's „strahlende Materie und magnetische Strahlen" im Verlage von Grimme & Tromel, Leipzig, geschildert sind, näher einzugehen, nur die wichtigsten Ergebnisse möchte ich kurz hervorheben.

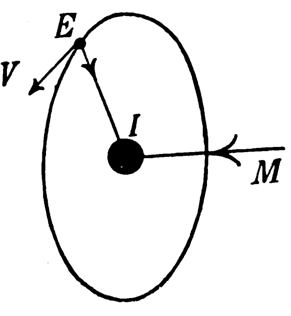


Fig. 10.

Wie wir bereits gesehen hatten, gehen von der Kathode nicht allein die Kathodenstrahlen aus, sondern auch rückläufige positive Strahlen treten hier auf; es war daher zu erwarten, daß sich unter der Wirkung eines magnetischen Feldes hier am ersten die vermuteten Doppelsternsysteme würden bilden können. Eine der zahlreichen Versuchsanordnungen Righis ist in Fig. 11 wiedergegeben. Die Kathode liegt bei *B*, die Anode bei *D*, *E* ist der Elektromagnet, dessen Feld in weiten Grenzen verändert werden konnte. *L* ist eine durch das metallene Gehäuse *a b c d* geschützte Platte, die von der Röhre isoliert mit einem Elektrometer verbunden wurde. Wurde die Röhre nun bis auf $^1/_{10}$ mm Quecksilbersäule evakuiert, *B* mit dem negativen, *D* mit dem positiven Pol einer Influenzmaschine verbunden und die Stärke des magnetischen Feldes mehr und mehr gesteigert, so tritt plötzlich außer den gewöhnlichen Entladungserscheinungen ein neuer Lichtstrahl auf, der bei noch größer werdender magnetischer Feldstärke wieder verschwindet, und dies sind nach Righi die magnetischen Strahlen. Er suchte nun festzustellen, ob diese Strahlengattung elektrische Ladungen mit sich führt, und dazu diente die isolierte Aluminiumscheibe *S*. Diese Scheibe wurde zunächst, als sie nur von Kathodenstrahlen getroffen wurde, negativ aufgeladen, durfte jedoch keine Ladung zeigen, wenn sie von den magnetischen Strahlen getroffen wurde. Hierfür fanden sich tatsächlich deutliche Anzeichen, so daß ihr neutraler Charakter dadurch erwiesen und das von Righi gegebene Modell dieser Verkettung beide Strahlenarten als tatsächlich existierend angesehen werden kann.

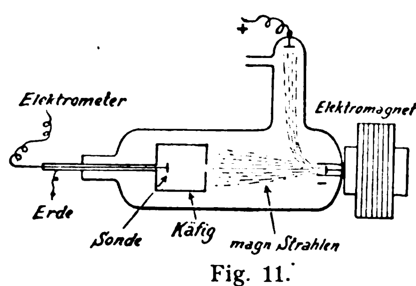


Fig. 11.

Die elektrischen Strahlen sind jedoch durchaus nicht an engbegrenzte, abgeschlossene Räume gebunden, sondern im Laufe der neueren Untersuchungen fand man überraschender Weise deutliche Anzeichen für ihre Existenz auch unter gewöhnlichen Verhältnissen, ein Befund, der speziell in den letzten Jahren vollkommen sicher gestellt wurde. Und zwar waren es hier in erster Linie die radioaktiven Erscheinungen, die zu diesem Ergebnis führten. Die radioaktiven Substanzen verdankten ja dadurch ihre Entdeckung, daß sie ohne jeden äußeren Einfluß eine Schwärzung der photographischen Platte bewirkten, mithin also dauernd eine unsichtbare Strahlung emittieren mußten. Es zeigte sich weiter, daß diese Strahlung eine außerordentlich durchdringende war: Körper, die das sichtbare und ultraviolette Licht vollkommen aufhielten, bildeten für sie absolut kein Hindernis. Die Figur 12 zeigt eine derartige Schwärzung einer Platte, die in wenigen Minuten mit einem Radiumpräparat erhalten wurde. Das Gewebe und die Schlüssel waren auf eine photographische Platte gelegt und in eine Pappschachtel völlig lichtdicht abgeschlossen. Sehr deutlich zeigt sich die verschiedenartige Durchdringungsfähigkeit für die beiden verschiedenen

Stoffe. Diese Eigenschaft von außerordentlich starker Durchdringungsfähigkeit, war aber nur bei einer Strahlenart, den Röntgenstrahlen, bekannt, und so vermutete man logischer Weise, daß die ausgesandte Strahlenart eine der Röntgenstrahlung verwandte sei. Der elektrische Charakter wurde jedoch vor allem durch ihre Wirkung auf das Elektroskop sicher gestellt. Denn nähert man eine radioaktive Substanz einem geladenen Elektroskop, so fallen die Blättchen des Instruments je nach der Stärke des verwandten Präparats mehr oder weniger schnell zusammen, das Elektroskop wird also entladen. Diese entladende Wirkung kann aber kaum anders gedeutet werden, als daß die Strahlung der Substanz die Luft ionisiert, d. h. die neutralen Luftmoleküle in positiv und negativ geladene Ionen zerlegt. Wird nun das Elektroskop beispielsweise positiv geladen, so wird die positive Elektrizität die negativen Luftionen anziehen, dadurch aber immer mehr den positiven Überschuß verringern, also das Instrument mit der Zeit völlig entladen. Genau in derselben Weise wirken aber auch die Röntgenstrahlen. Noch viel tiefer gelang es in das Wesen dieser Strahlungsart einzudringen, als man, genau wie bei den Kathoden- und Anodenstrahlen, den Versuch machte, sie durch elektrische oder magnetische Felder zu beeinflussen. Und hierbei zeigte sich nun merkwürdiger Weise, daß das tatsächlich der Fall war. Die schematische Versuchsanordnung ist in Fig. 13 wiedergegeben. Der Bleiklotz B besitzt eine die radioaktive Substanz enthaltende Höhlung; infolgedessen geht ein dünnes Strahlenbündel nach oben und bewirkt bei der skizzierten Stellung der photographischen Platte eine vertikal verlaufende Schwärzung. Erregt man ein starkes Magnetfeld in der unmittelbaren Nähe des Präparats und wiederholt den Versuch, so sieht man, daß außer dem vertikalen Strahlenbündel sich auch noch zwei seitliche auf der Platte abgebildet haben, also ein sicherer Beweis, daß die angewandte Strahlung nicht einheitlich sein kann, sondern aus mindestens drei verschiedenartigen Gruppen besteht. Stellt man nun den Versuch in ganz derselben Weise unter Benutzung eines elektrischen Feldes an, so ergibt sich, daß ein Teil des Bündels von der positiv geladenen Platte, Fig. 14, der andere von der negativen angezogen wird, ein unabgelenkter Teil aber auch hier bestehen bleibt. Das sind aber ganz dieselben Resultate, die wir bereits beim Studium der Kathoden-, Anoden- und Röntgen-

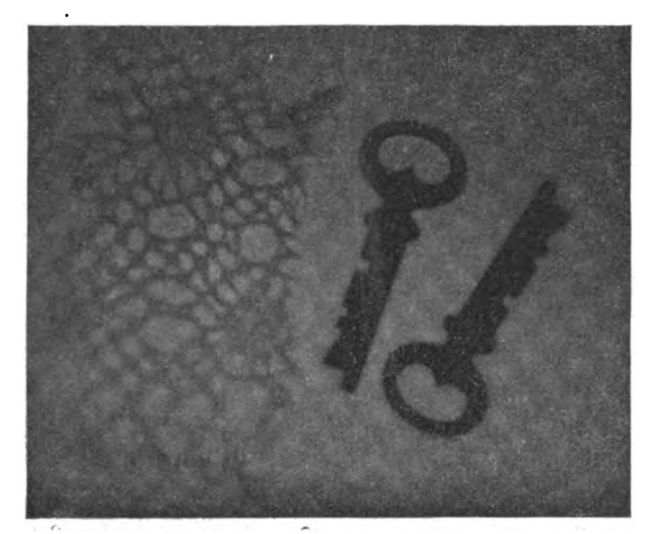


Fig. 12.

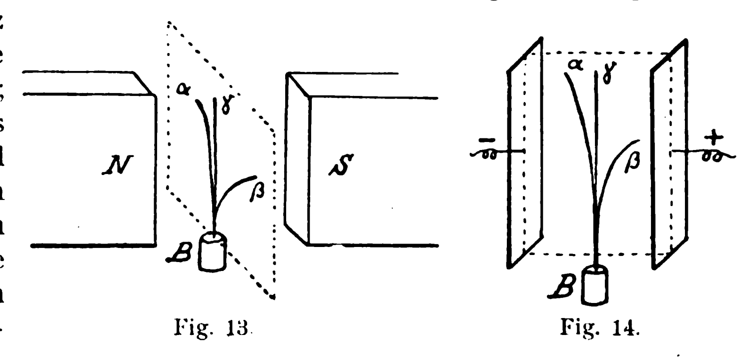


Fig. 13. Fig. 14.

strahlen angetroffen haben. Die negativen Kathodenstrahlen wurden ja von der positiven Platte, die positiven Anodenstrahlen von der negativ geladenen Platte angezogen, die Röntgenstrahlen hingegen durch keine noch so starken magnetischen oder elektrischen Felder abgelenkt. Demnach mußte man in diesem Falle annehmen, daß hier ebenfalls diese drei Strahlenarten vorliegen, und zwar werden merkwürdigerweise alle drei gleichzeitig von radioaktiven Substanzen emittiert. Ganz ähnlich wie bei den in evakuierten Röhren erzeugten Strahlen wurde nun auch hier das charakteristische Verhältnis $\frac{\text{Ladung}}{\text{Masse}}$ untersucht, und es zeigte sich in der Tat, daß die negative Radiostrahlung, die man β-Strahlen genannt hat, auch in dieser Beziehung den Kathodenstrahlen vollkommen entspricht, die positiven Strahlen, α-Strahlen genannt, sich genau wie Anodenstrahlen verhalten, die γ-Strahlen hingegen dieselben Eigenschaften wie die Röntgenstrahlen aufweisen. Somit sind die radioaktiven Substanzen dadurch gekennzeichnet, daß sie sowohl freie negative Elektronen, die β-Strahlen, als auch positiv geladene Atome, die α-Strahlen, aussenden, außerdem aber auch eine Art Röntgenstrahlung, die γ-Strahlung, ständig ohne jede äußere Energiezufuhr abgeben.

Doch sind diese drei radioaktiven Strahlenarten nicht nur durch die eben skizzierte verschiedene Ablenkbarkeit durch magnetische und elektrische Felder charakterisiert, sondern besitzen noch andere sehr charakteristische Unterscheidungsmerkmale in ihrem stark verschiedenen Durchdringungsvermögen. Es ist in höchstem Maße wahrscheinlich, daß diese Radioelemente, wenigstens gleich nach ihrer Abscheidung aus der Muttersubstanz, entweder nur α- oder nur β-Strahlen aussenden; die auftretenden γ-Strahlen werden, wie man annimmt, erst indirekt durch die β-Strahlen erzeugt, genau so wie auch die Röntgenstrahlen erst ihre Entstehung dem Aufprall der Kathodenstrahlen auf ein Hindernis verdanken. Alle drei Strahlenarten üben jedoch die schon erwähnte entladende Wirkung auf ein Elektroskop aus. Speziell durch die große Verfeinerung dieser Meßmethode ist das Studium der radioaktiven Erscheinungen zur heutigen Vollkommenheit gelangt. Hüllt man nun eine allein α-Strahlen abgebende Substanz, beispielsweise Polonium, in ein Stück Papier, so bemerkt man, daß die entladende Wirkung auf das Elektroskop vollkommen aufhört, d. h. also, das Papier läßt die α-Strahlen nicht mehr hindurch. Unternimmt man denselben Versuch mit einer β-Strahlen abgebenden Substanz, so tritt die Entladung des Elektroskops in ungeschwächter Weise ein. Erst die Benutzung dichterer Schichten hat eine Abnahme der Ionisationsfähigkeit zur Folge und erlischt schließlich völlig. Aber auch wenn die β-Strahlen bereits in der umhüllenden Materie vollkommen stecken bleiben, so gehen doch noch die γ-Strahlen, auch wieder völlig den Röntgenstrahlen ähnlich, durch die Hülle hindurch und sind außerhalb dieser noch durch ihre Wirkung nachweisbar. Erst bei wesentlicher Steigerung der Schichtdicke werden auch sie abgeschnitten. So hat man zum Studium der einzelnen Strahlen durch diese verschiedene Absorbierbarkeit ein recht bequemes Mittel in der Hand. Durch Einhüllen der betreffenden Substanz in Aluminiumfolie von einigen Zehntelmillimetern Dicke hält man die Wirkung der α-Strahlen völlig zurück, durch einen Mantel aus etwa 5 mm starkem Blei schließt man auch die β-Strahlen aus; es bleiben dann nur noch die etwa vorhandenen γ-Strahlen übrig. Dabei ist noch zu bemerken, daß ein prinzipieller Unterschied in der Art der Absorption zwischen den

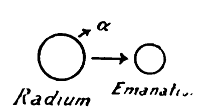
α-Strahlen einerseits, den β- und γ-Strahlen andererseits, besteht. Auch sind die α-Strahlen der einzelnen Radioelemente durch ganz bestimmte Reichweiten charakterisiert, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden kann.

Indem nun diese Strahlenarten ununterbrochen ohne jeden äußeren Energieersatz von den radioaktiven Substanzen ausgesandt werden, und zwar mit einer sehr beträchtlichen Geschwindigkeit, so leisten sie hierdurch eine ganz bestimmte Arbeit. Die Energiemenge eines bewegten Körpers ist aber gegeben durch das halbe Produkt aus seiner Masse und dem Quadrat seiner Geschwindigkeit, und da man nun beide Größen bestimmen konnte, so läßt sich die von jedem α- und β-Teilchen mitgeführte Energie berechnen; sie beträgt für die α-Strahlen etwa $\frac{1}{100000}$ erg oder da 1 erg = ca. $\frac{1}{8\,000\,000\,000}$ oder $1{,}25 \,.\, 10^{-10}$ PS., so besitzt ein α-Teilchen die Arbeitsfähigkeit von $1{,}25 \,.\, 10^{-15}$ PS., also ungefähr von einer tausendbillionstel Pferdekraft. Das ist nun ein ganz außerordentlich geringer Betrag; bedenkt man jedoch, daß ein Milligramm Radium in jeder Sekunde 34 000 000 α-Teilchen erzeugt, so erhält man für die von einem Gramm Radium pro Sekunde geleistete Arbeit den Betrag von 340000 erg oder ca. $\frac{4}{100000}$ PS., also eine immerhin recht beträchtliche Größe. Die Energie derselben Zahl von β-Teilchen ist um $^1/_{50}$ kleiner. Der bei weitem größte Anteil an der radioaktiven Energie kommt also den α-Strahlen zu, etwa 80 % der gesamten Leistung. Hierüber gibt das von Rutherford aufgestellte Schema eine sehr anschauliche Vorstellung (Fig. 15). Infolge ihrer etwa 2000 mal größeren Masse überragen die α-Teilchen trotz ihrer geringeren Geschwindigkeit die β-Teilchen an Arbeitsfähigkeit ganz wesentlich.

	Masse	Geschwindigkeit	Energie
α	○	–	⊗
β	•	—	•

Fig. 15.

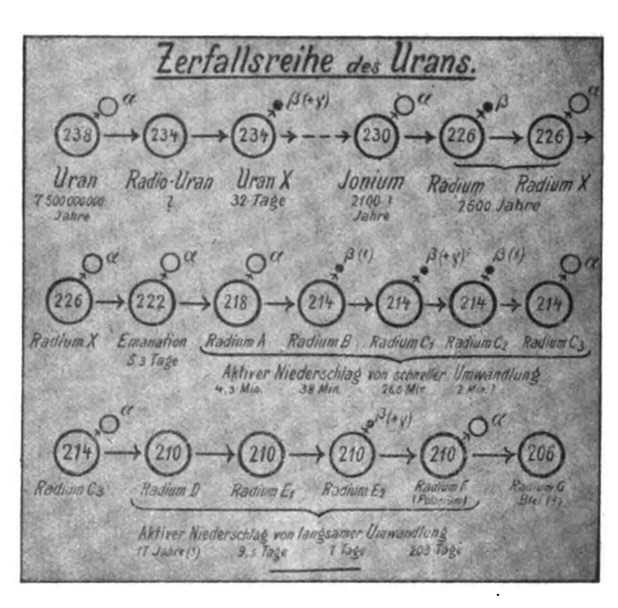
Weiter stellte sich dann heraus, daß diese Energieabgabe der Radioelemente nicht ununterbrochen fortdauert, sondern allmählich, bei den einen fast unmerklich langsam, bei den andern erheblich schneller abnimmt, daß die gewaltige Produktion von Arbeit überhaupt Hand in Hand geht mit der Umwandlung der radioaktiven Elemente. Am besten wird dies wohl aus der Umwandlung klar, die das Radium selbst im Laufe der Zeiten erleidet. Rutherford und Soddy beobachteten nämlich, daß das Radium ständig von einer gewissen Gasart begleitet wäre, der sie den Namen Emanation gaben. Es gelang diesen Forschern eine hinreichende Menge dieses Gases aufzufangen, um seine Eigenschaften genauer prüfen zu können, und da zeigte sich dann, daß dieses Gas vollkommen die Eigenschaften eines radioaktiven Körpers besaß, α-Strahlen aussandte, fluorescierende Substanzen aufleuchten ließ, auch bei spektroskopischer Untersuchung ein ganz charakteristisches Spektrum zeigte. Demnach können wir uns diesen radioaktiven Prozeß darstellen durch die Figur:



Aber die Radioaktivität dieses Gases blieb nicht konstant, sondern nahm mehr und mehr ab, nach Verlauf eines Monats war sie völlig verschwunden; gleichzeitig aber trat in dem Gefäß ein neues Gas auf; es war Helium, wie das Spektroskop deutlich zeigte. Man wird nun zu der Annahme neigen, daß sich die Emanation unter Verlust ihrer radioaktiven Eigenschaften in Helium umsetzt, das ist jedoch nicht der Fall, denn man bemerkte bei näherer Untersuchung, daß sehr wohl noch eine radioaktive Substanz in dem Gefäß vorhanden ist, zwar nicht mehr in Gasform, sondern als fester Niederschlag auf den Wänden:

Sie wird Radium A genannt, die nächste Stufe in der weiteren Umwandlung des Radiums Woher kommt aber nun das Helium? Diese Frage hat eine ganz außerordentlich überraschende Beantwortung gefunden.

Wir wissen ja, daß Radium auch α-Teilchen ständig in großer Zahl abgibt und hatten bereits gesehen, daß die α-Strahlen vollkommen den positiven Anodenstrahlen entsprechen, also auch vor allem durch einen Wert von $\frac{e}{m}$ charakterisiert sind, der keinesfalls größer als der des Wasserstoffes ist. Die näheren Untersuchungen hierüber lieferten nun mit großer Übereinstimmung das interressante Resultat, daß die α-Teilchen mit Massen begabt sind, die genau der Masse eines Heliumatoms entsprechen, es sind positiv geladene Heliumatome. Und diese Tatsache führte nun zu der weiteren Hypothese, daß das bei der Umwandlung des Radiums auftretende Helium gebildet wird durch die α-Strahlen, die ihre positive Ladung verloren haben. Durch diese Annahme wird aber unsere Einsicht in das Wesen der radioaktiven Prozesse ganz außerordentlich erweitert. Denn wenn jedes Radiumatom einen α-Strahl aussendet, mithin ein Heliumatom abgibt, so muß ja sein Atomgewicht um das des Heliums sinken. Dieses beträgt aber 4, und somit können wir die Umwandlung des Radiums jetzt symbolisch so andeuten $\underset{\text{Radium}}{(226)} = \underset{\text{Emanation}}{(222)} + \underset{\text{Helium}}{(4)}$ Aus Radium mit dem Atomgewicht 226 entstehen also zwei neue Elemente: die Emanation vom Atomgewicht 222 und Helium. Aber wie wir gesehen haben, ist auch die Emanation nicht beständig, sondern setzt sich wieder in einen neuen radioaktiven Körper um, auch wieder unter Verlust eines Heliumatoms, und so geht es fort. Wir sehen also, daß sich das Atomgewicht in dieser Weise ständig um 4 verringern muß. Die Tabelle gibt hierüber sehr deutlich Aufschluß; jedesmal wenn von einer radioaktiven Substanz α-Strahlen ausgehen, verringert sich das Atomgewicht um 4 Einheiten. Vom Uran geht es über Radium und dessen Umwandlungsprodukte bis zum Polonium mit dem Atomgewicht 210. Der nächste Schritt führt dann zu einem Körper, dessen Atomgewicht uns wohl bekannt ist, es ist das Blei Eine direkte Umwandlung des Poloniums hat sich bei der Kürze der bisherigen Beobachtungszeit in Blei noch nicht feststellen lassen, doch haben sich sehr viele gewichtige Anhaltspunkte dafür ergeben, daß tatsächlich im Schoß der Erde eine derartige Umwandlung seit Millionen Jahren stattgefunden hat und dauernd stattfindet, doch würde es zu weit führen, hierauf näher einzugehen.



Wir sehen also, eine wie tiefgehende Bedeutung den elektrischen Strahlen bei diesen radioaktiven Umwandlungen zukommt, und es kann keinem Zweifel

unterliegen, daß man durch ihr weiteres Studium immer tiefer in viele uns einstweilen noch rätselhafte Vorgänge wird eindringen können. Speziell auf kosmischem Gebiete sind ja schon die ersten Anfänge mit überraschendem Erfolg gemacht worden; die Theorie des Zeemanneffekts auf Grund der Annahme freier Elektronen in den leuchtenden Gasen, deren Schwingungen durch magnetische Felder beschleunigt bezw. verzögert werden, und somit die beobachtete Verschiebung der Spektrallinien hervorbringen, und die Erklärung des Nordlichtes durch elektrische Strahlen, die von der Sonne ausgehend in den obersten Schichten der Atmosphäre diese eigenartigen Leuchterscheinungen erzeugen. Doch ist speziell hierüber im „Weltall"[1]) bereits ausführlich berichtet worden, sodaß ich hierauf nicht näher einzugehen brauche.



Die Störungen des Roten Fleckes. Die starke westliche Bewegung des Roten Fleckes, die neuerdings von J. Phillips entdeckt wurde, ist jetzt schon von anderen Beobachtern bestätigt worden. Aus den Beobachtungen von Stanley Williams ($6^1/_2$zölligen Spiegel), Kritzinger (Berliner 9 Zöller), Lau (8zölligen Spiegel) und Archenhold (Treptower 26 Zöller) ergeben sich im Mittel für 1911 Mai 27. die Länge des Roten Fleckes zu 332°. Der Durchmesser des Roten Fleckes beträgt noch immer 34°; seine Ausdehnung scheint somit durch die starke Bewegung von mehr als 30° in nur 11 Monaten garnicht beeinflußt zu sein.

Wiliams findet, daß der Rote Fleck jetzt wieder rötlich geworden ist; auch der helle „Kanal", welcher ihn von den umgebenden Äquatorstreifen trennt, ist jetzt sehr hell und deutlich geworden.

Nach Kritzingers Ephemeride („A. N." 4502) passiert der Rote Fleck den Centralmeridian zu folgenden Zeiten (M. E. Z.):

1911 Juli 2. 10^h 36^m	Juli 11. 12^h 58^m	Juli 19. 9^h 35^m	Juli 28. 12^h 4^m
4. 12 15	12. 8 50	21. 11 14	29. 7 56
5. 8 7	14. 10 30	23. 12 53	31. 9 31
7. 9 40	16. 12 9	24. 8 45	Aug. 2. 11 10
9. 11 19	17. 8 1	26. 10 25	5. 8 41

Der „Schleier" passiert nach den Treptower Beobachtungen den Centralmeridian 5 Stunden vor oder nach dem Roten Fleck, also etwa zu folgenden Zeiten:

1911 Juli 1. 10^h	Juli 6. 9^h	Juli 18. 9^h	Juli 27. 11^h
3. 11	8. 10	20. 10	30. 9
4. 7	13. 10	22. 12	Aug. 1. 10
5. 13	15. 11	25. 10	4. 8

* *

Beobachtung einer Feuerkugel. Die Mitteilung des Freiherrn E. von Hake in Heft 1 des laufenden Jahrgangs über die Beobachtung einer Feuerkugel am 26. September 1910 veranlaßt mich zu dem Bericht, daß am 27. September 1910 9^h 52^m ebenfalls ein großes Meteor erschien, das ich vom Bahnhof Charlottenburg-Berlin beobachtete. Ich bemerkte dasselbe erst wenige Sekunden vor seinem Verschwinden. Sein sehr rascher Flug war von Süden nach Westen gerichtet, die Bahn lag südlich des Sternes α-Aquilae. An Glanz die Helligkeit des Sirius übertreffend, war es weißglutfarbig, zeigte keine Schweifbildung, verschwand aber unter Funkensprühen. G. von . . .

[1]) 9. Jahrgang. S. 129ff.

Komet Halley am 16. Mai 1910. Im Bulletin der Sternwarte zu Zô-sè veröffentlicht Chevalier die Ergebnisse der Beobachtungen während des Vorüberganges des Kometen Halley am 19. Mai 1910 Auf der Sonnenscheibe konnte am Fernrohr überhaupt nichts gesehen werden, obgleich der Kern am 16. Mai 15" groß war. Auf den photographischen Aufnahmen sind in der Nähe des großen Sonnenfleckes noch Poren von 1" Durchmesser sichtbar, an der bezeichneten Stelle des Kernes dagegen nichts. Die magnetischen Beobachtungen vom 17. bis 19. Mai ergaben nur eine fast unmerkliche Störung während des Vorüberganges.

Chevalier gibt die beistehende Abbildung des Kopfes des Halleyschen Kometen am 16. Mai 1910, 4 Uhr morgens

(Man vergleiche die Abbildungen im „Weltall" J. 10, S. 340: Dr. F. S. Archenhold: „Der Halleysche Komet im Monat Mai.")



Kopf des Halleyschen Kometen
16. Mai 1910, 4^h morgens.

Über die Ionisation der Atmosphäre in Jekaterinoslaw während des Durchganges des Halleyschen Kometen schreibt I. v Kotelow in den „Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft im Jahre 1911", daß ein Maximum der beobachteten Kurve angenähert mit der Konjunktion des Kometen mit der Erde zusammenfällt. Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß auch A. Wigand in Halle mit dem Zerstreuungsapparat von Elster und Geitel Störungen der Ionisation der Atmosphäre beobachtet hat während derselben Zeit, wie in Jekaterinoslaw; ferner hat Prof. Amaduzzi nach Angabe von Prof. A. Righi ebenfalls mit dem Elster-Geitelschen Apparat die Störungen der Ionisation erhalten Ein solcher Parallelismus der Störung der Ionisation der Atmosphäre in Bologna, Jekaterinoslaw und Halle an drei sowohl klimatisch wie topographisch so verschiedenen Punkten gibt uns einiges Recht, für diese Erscheinung eine Ursache der kosmischen Natur zu vermuten und sie folgerecht der Ladung durch den Halleyschen Kometen zuzuschreiben.

F. S. Archenhold.

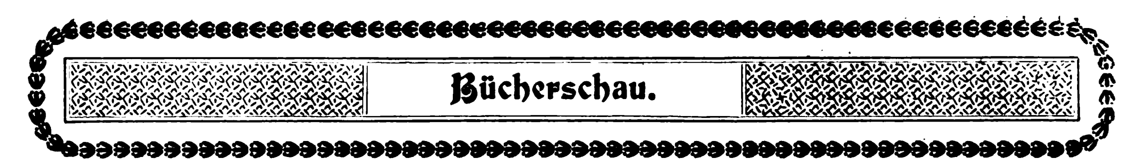
* * *

Ernennungen.

Professor Dr. S. Oppenheim, der bisher als Privatdozent für Astronomie an der deutschen Universität und gleichzeitig als Professor an der Staatsrealschule in Prag gewirkt hat, ist zum ordentlichen Professor der Astronomie an die Universität in Wien berufen worden. Prof. Oppenheim ist am 15. November 1857 zu Braunfels in Mähren geboren. Er arbeitete von 1881—1887 an der Universitäts-Sternwarte und dann als Observator an der Kuffnerschen Privat-Sternwarte in Wien. Seit 1902 wirkte er als Privatdozent an der Prager Universität mit dem Titel eines außerordentlichen Professors. In den Astronomischen Nachrichten hat er die Bahnbestimmung der Kometen 1846 VIII, 1881 VIII und 1886 IV angegeben. Auf der Kuffnerschen Sternwarte hat er hauptsächlich Planeten und Kometen beobachtet und auch die Rotation und Präzession eines flüssigen Sphäroides veröffentlicht.

Der ordentliche Professor für Vermessungskunde an der Technischen Hochschule in Aachen Dr. Richard Schumann ist als ordentlicher Professor für höhere Geodäsie und sphärische Astronomie an der Technischen Hochschule zu Wien ernannt worden.





Annuaire astronomique pour 1912. Publié par G. Lecointe Das kleine Jahrbuch der Brüsseler Sternwarte gibt auf 467 Seiten außer den gewöhnlichen Ephemeriden von Sonne, Mond, Planeten, Fixsternen, Finsternissen, Sternbedeckungen, Gezeiten, einer umfangreichen Sammlung von astronomischen und magnetischen Tafeln eine sehr wertvolle Übersicht der Fortschritte der Astronomie und der Astrophysik im Jahre 1909 von Prof. Stroobant. Es werden behandelt: die Untersuchungen über die Sonne (Fleckentätigkeit, Spektralanalyse Korona, Sonnenparallaxe), die großen Planeten (Mars, Jupiter, Trabantenentdeckungen), Kometen (darunter ein 65 Seiten fassender Bericht über den Halleyschen), Fixsterne (neue Kataloge, Entdeckungen von Veränderlichen, spektroskopische und visuelle Doppelsterne, Sternfarben, Absorption im Weltraume, Parallaxen, Eigenbewegungen, Sternhaufen) und Geodäsie (Polhöhenschwankung).

* * *

Stavenhagen, W., Hauptmann a. D. (Berlin), 1. **Zur Fertigstellung der Karte des Deutschen Reiches.** 1 : 100 000. Sonderabdruck aus „Danzers Armee-Zeitung" 1911. Wien, Druck und Verlag Helios 1911. Preis geh. M. 0,50.

Derselbe. 2. **Die Karte und der Kavallerieoffizier.** Sonderabdruck aus „Kavalleristische Monatshefte". Wien, Druck und Verlag Helios 1911. Preis geh. M. 0,50.

Derselbe. 3. **Ueber die Bedeutung der Militärgeographie.** Sonderabdruck aus: „Danzers Armee-Zeitung" 1910. Wien, Druck und Verlag Helios. 1910. Preis M. 0,50

Diese drei bemerkenswerten Themen zeigen in ihrem Inhalt die vielseitige Wirksamkeit des Herrn Verfassers auf dem von ihm wieder neu angeregten wichtigen Gebiet der Militärgeographie sowie auf dem der Kartographie, und sie bieten auch für die Leser unserer Zeitschrift manches Interessante. Die genannten beiden Wissenschaften benutzen auch die Astronomie als Hilfsmittel für militärische und geodätische Zwecke. Siehe auch W. Stavenhagen: „Über Himmelsbeobachtungen in militärischer Beleuchtung". 2. verbesserte Auflage. Taschenformat, Heft 17 unserer Sonderhefte. Preis M. 1,50.

* * *

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Giese, Fritz, Die Lehre von den Gedankenwelten Brosch. M. —.80.

Sigerus, Robert, Die Telepathie, Telästhesie, Telenergie, Mentalsuggestion, magische Gedankenübertragung usw. — Gemeinverständl Studie über Geschichte, Wesen, Auftreten, Erklärung und Wichtigkeit der telepathischen Vorgänge. Brosch. M. 2.–.

Mitraton, Gott-Menschentum. Den Freien und Führern gewidmet. Brosch M. —,50. Leipzig, sämtlich aus dem Verlag von Max Altmann, 1910.

* * *

Neu erschienene Kataloge.

1. Gustav Heyde, mathem.-mechan Institut und optische Präzisions-Werkstätten, Dresden-A. Friedrichstr. 18. Preisliste V. Teil-Maschinen und Hilfsinstrumente.

In diesem Katalog befindet sich eine eingehende Beschreibung der selbsttätigen Kreis-Teilmaschine nach dem System von Gustav Heyde mit erläuternden Figuren des vertikalen und horizontalen Reisserwerkes, der selbsttätigen Ausschaltvorrichtung. sowie der Zahlen-Schreibapparate. Ebenso interessiert die Abbildung des Apparates zur Untersuchung geteilter Kreise, welche nach Angaben von Professor Dr. Bruns konstruiert worden ist, wie auch ein Apparat zum Aufziehen von Spinnfäden auf Diaphragmen für Fernrohre.

2. C. A. Steinheil Soehne, optisch-astronomische Werkstätte, photographische Objektive, optische Hilfsapparate, München, Theresienhöhe Nr. 7.

Der neue Katalog behandelt photographische Objektive, u. a.: Serie Triplar 1 : 3, 8, Unofocal 1 : 4, 5, Orthostigmat 1 : 6. 8, neue lichtstarke Orthostigmat-Sätze und unter seinen optischen Hilfsapparaten, Vergrößerungs-Systeme für Tele-Aufnahmen, Tele-Vorsteck-Linsen, Prismen, Spiegel, Cuvetten, Gelbscheiben, Lupen zum Einstellen und Moment-Verschlüsse verzeichnet und abgebildet.

3. Allgem. Elektr.-Ges., Abteilung für Schiffbau und Heerwesen. Katalog für Scheinwerfer mit Zeiß-Spiegel. Berlin, Friedrich-Karl-Ufer 2-4.

4. Emil Busch, A.-G., „Lichtbild", Optische Industrie, Rathenow Preisliste für Projektions-Objektive: Objektive für Vergrößerungs-Apparate, Kondensoren

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 19. **Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.** **1911 (Erstes Juliheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Tiefenunterschiede von Sonnenflecken zusammengesetzter Gruppen und andere Ausbruchserscheinungen der Sonne.

Von Wilhelm Krebs, Großflottbek.

Eine neue Errungenschaft der Photographie ist die stereoskopische und photogrammetrische Feststellung von Tiefenunterschieden beobachteter Erscheinungen. Auf der Grundlage von Abschnitten der Erdbahn hat sie sich auch in den Weltenraum gewagt. Die Stereogramme von den der Erde näheren Außenplaneten, die einem der Schöpfer jener neuen Methoden, Dr. K. Pulfrich in Jena, zu danken sind, dürfen wohl auf allgemeine Bekanntheit rechnen. Ähnliches ist von Dr. Pulfrich selbst und ferner von dem Besitzer der Sonnenwarte zu Kassel, Herrn E. Stephani, mit der Sonne versucht worden. Tatsächlich stellte sich, bei gleichzeitiger Betrachtung von ungefähr um Tagesfrist auseinanderliegenden Bildern, der Sonnenball in plastischer Rundung dar. Vor allem ließen die Flecken mancher Gruppen Tiefenunterschiede erkennen. Doch vermochte Professor M. Wolf in Heidelberg solche Tiefenunterschiede stereoskopisch auch an Fixsternen festzustellen, die eine starke relative Ortsveränderung besitzen[1]). Die Meinung wiegt deshalb in fachastronomischen Kreisen noch vor, daß jene Tiefenunterschiede zwischen Sonnenflecken ebenfalls nur scheinbar sind, und daß sie von einer selbständigen oder vielmehr einer von der Regel abweichenden Bewegung einzelner Flecken herrühren. Professor M. Wolf ist, wie er mir bei Gelegenheit einer auf der Naturforscherversammlung 1907 zu Dresden verstatteten Unterredung versicherte, allerdings selbst nicht dieser Meinung. Bei Sonnenflecken ist er geneigt, tatsächliche Tiefenunterschiede zuzugeben.

---

[1]) „Astronomische Nachrichten", Kiel, Nr. 4101.

Die Streitfrage beschäftigte mich selbst aus einem besonderen Grunde. Wiederholt war mir, schon bei mäßiger teleskopischer Vergrößerung von Fleckengruppen, der Eindruck geworden, die Flecken lägen in verschiedener Höhe. Erklären kann ich ihn höchstens daraus, daß meine Augen in besonders hohem Grade farbenempfindlich sind. In dieser Beziehung sei gestattet, auf meine Beobachtung an der grünen Strahlung und ferner von Blitzfärbungen hinzuweisen, von denen die ersteren aus der Meteorologischen Zeitschrift in Professor S. Günther's Handbuch der Geophysik übergegangen sind[1]). Durch die stärkere Absorption in tieferen Schichten der Atmo- oder Chromosphäre der Sonne stellen sich bei verschiedener Tiefenlage zweifellos auch Färbungsunterschiede gleichmäßig abgeblendeter Sonnenflecken ein.

Der Eindruck drängte sich zunächst dann auf, wenn die Flecken benachbarter Gruppen in Doppelreihen standen, deren eine gleichmäßig tiefer als die andere zu liegen schien. Das war in sehr ausgeprägter Weise der Fall am Vormittage des 22. Januar 1904. Ich beobachtete damals eine solche Doppelreihe in mittleren Südbreiten der Sonne. Die Doppelreihe wurde gebildet von drei in einer Linie nebeneinander stehenden Fleckengruppen, deren östlichste und mittlere je drei, deren westlichste je zwei kräftige Flecken erkennen ließ. Die Flecken der einen Querreihe verhielten sich für meine Augen sehr deutlich zueinander wie die Wurzeln zu den Gipfeln von Bäumen oder wie Krater zu über ihnen schwebenden Ausbruchswolken oder wie die unteren zu den oberen Enden von Schuß- oder Einschlagskanälen. Der Eindruck war so überzeugend, daß, entsprechend dem Grundsatz: Direkte Beobachtung geht über die Theorie — ich mich versucht fühlte, trotz Einstellung des Okulars auf Unendlich, die beim Mikroskopieren übliche Suche nach verschiedenen optischen Ebenen anzustellen. Zwei am gleichen Vormittage an das Fernrohr gebetene Mitglieder der Deutschen Seewarte, mit deren kleinen Refraktoren jene Beobachtung gemacht worden war, vermochten allerdings verschiedene Höhenlagen der beiden Fleckenreihen nicht zu erkennen.

Abb. 1.
Größte Sonnenfleckengruppe von 1908, Aug. 7., 7^h M. E. Z. Nach teleskopischer Beobachtung zu Großflottbek gezeichnet im Maßstab 1 mm = 4700 km von Wilhelm Krebs.

Noch überzeugender stellte sich bei der einfachen teleskopischen Beobachtung der Eindruck von Tiefenunterschieden heraus, wenn sich zusammenhängende, streifige Partien von Fleckensubstanz, durchsetzt von Fleckenreihen, über andere, mehr oder weniger flächenhaft ausgebreitete Partien legten. In besonders ausgeprägter Weise trat dieser Eindruck entgegen an den großen Fleckengruppen der ersten August- und der zweiten Novemberwoche 1908. Abb. 1 gibt eine Zeichnung wieder, die bei direkter, mit etwa 40facher Vergrößerung ausgeführter Fernrohrbeobachtung entworfen ist. Sie betraf die westlichste und größte der Sonnenfleckengruppen vom 7. August 1908 gegen 7 Uhr M.E.Z. vormittags. Für den Nachweis der Tiefenunterschiede genügt der

[1]) A. a. O., Stuttgart 1899, Bd. 2, S. 145, 161.

an zwei Stellen sehr deutliche Zusammenhang der ∾-förmig gekrümmten Schlieren (Abb. 2 *a* und *b*.) Es kommt dabei nicht darauf an, ob diese Schlieren die übrige Fleckenmasse verdecken oder ob sie umgekehrt von ihr verdeckt werden. Doch spricht der Augenschein sehr für den ersteren Fall, also für ein Herausschießen der Schlieren aus der Photosphäre nach außen, wenn nicht für ein Hineinschießen von außen.

Der große, exzentrisch umhofte Fleck, in dem bei *b* die südöstliche, und die gerundete kleine Fleckengruppe, in der bei *a* die nordwestliche dieser Schlieren endeten, wurden ganz augenscheinlich von der Sonnenoberfläche aus in den Weltraum geschleudert, fast parallel dem Äquator der Sonne. Sie vollführten beide dabei eine Rotation, vermutlich durch den schlierenförmigen Schweif, den sie hinterließen. Diese Rotation führte von Norden über Osten nach Süden. Für die Südhalbkugel, der die ganze Gruppe angehörte, war sie deshalb deutlich zyklonal, während sonst an Sonnenflecken antizyklonale Rotationen häufiger sind. Es liegt nahe, jene von dieser Regel abweichende Rotationsrichtung mit einer Ausbruchnatur der Schlierengebilde in Zusammenhang zu bringen. Denn nach neueren Beobachtungen an Erdkatastrophen haben sich antizyklonale Wirbeltendenzen mit Einbrüchen, zyklonale mit Ausbrüchen oder Aufstauchungen verbunden erwiesen[1]). Für die ungewöhnliche Heftigkeit der Sonnentätigkeit, die auch demnach wohl vulkanisch als Ausbruchstätigkeit zu erklären ist, sprach in der gleichen Epoche das Schicksal der Fleckengruppe selbst. Es spielte sich unter der Kontrolle menschlicher Beobachtung ziemlich vollständig auf der diesseitigen Halbkugel des Sonnenballes ab. Der Direktor der Sternwarte von Cartuja, Pater R. Garrido, bringt über die Sonnenfleckengruppe im Doppelhefte 9/10 des „Bulletin de la société belge d'astronomie" 1908 neben einer Photographie vom 7. August eine Mitteilung, deren wichtigste Sätze in getreuer Übersetzung lauten:

„Am 30. Juli stellte sie sich vor in der Form eines doppelten, geteilten Fleckes Von da an entwickelte sie sich mehr und mehr. Ihre Ausdehnung beim Kreuzen des Mittelmeridians betrug etwa 0,001161 der ganzen Halbkugel. Von diesem Tage an verkleinerte sie sich mehr und mehr, um schließlich nicht mehr als ein nebelhafter Kern zu sein bei ihrem Verschwinden."

Diese letzte Bemerkung erscheint zwar nach meinen eigenen Beobachtungen etwas übertrieben. Am Vortage des Entschwindens, dem 10. August 1908, vermochte ich selbst noch 15 Flecken in dieser Gruppe zu zählen. Auch kehrte seit dem 25. August, diesseits des östlichen Sonnenrandes sichtbar, in ungefähr der gleichen heliographischen Lage ein ansehnlicher, mehrkerniger Fleck wieder, der vom 29. August an durch Schlierenausbrüche wieder eine Gruppenbildung einleitete. Aber die starke Abnahme der Gruppe nach dem 7. August kann auch ich bestätigen. Sie ging ferner hervor aus der Reihe photographischer Aufnahmen der Herren Stephani und Henze, die von dem erstgenannten auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Cöln in Lichtbildern gezeigt wurden. Es lag demnach ein neuer Fall vor der raschen Zerstörung einer großen Sonnenfleckengruppe durch ungewöhnlich gesteigerte Sonnentätigkeit, die, unabhängig

---

[1]) Vgl. W. Krebs, Das Erdbeben vom 14. Januar 1907 und seine Begleiterscheinungen, „Das Weltall", Jahrg. 9, S 103. Derselbe über Ausbruchserscheinungen auf der Sonne in „Verhandlungen Deutscher Naturforscher etc. zu Salzburg" 1909 II, I, S. 24, in „Physikalische Zeitschrift" 11, S. 241, in Dr. Völler's „Natur und Kultur" VII, S. 678 u. fgde. über Drehungsgesetz bei Wirbeln in „Physikalische Zeitschrift" 10, S. 1022.



von der Zerstörung selbst, aus besonders auffallenden Vorgängen erschlossen werden konnte. — Einen früheren, sehr ähnlichen Zusammenhang, vom 17. Juli 1907, hatte ich selbst auf der gleichen Versammlung mitgeteilt. Die auffallenden

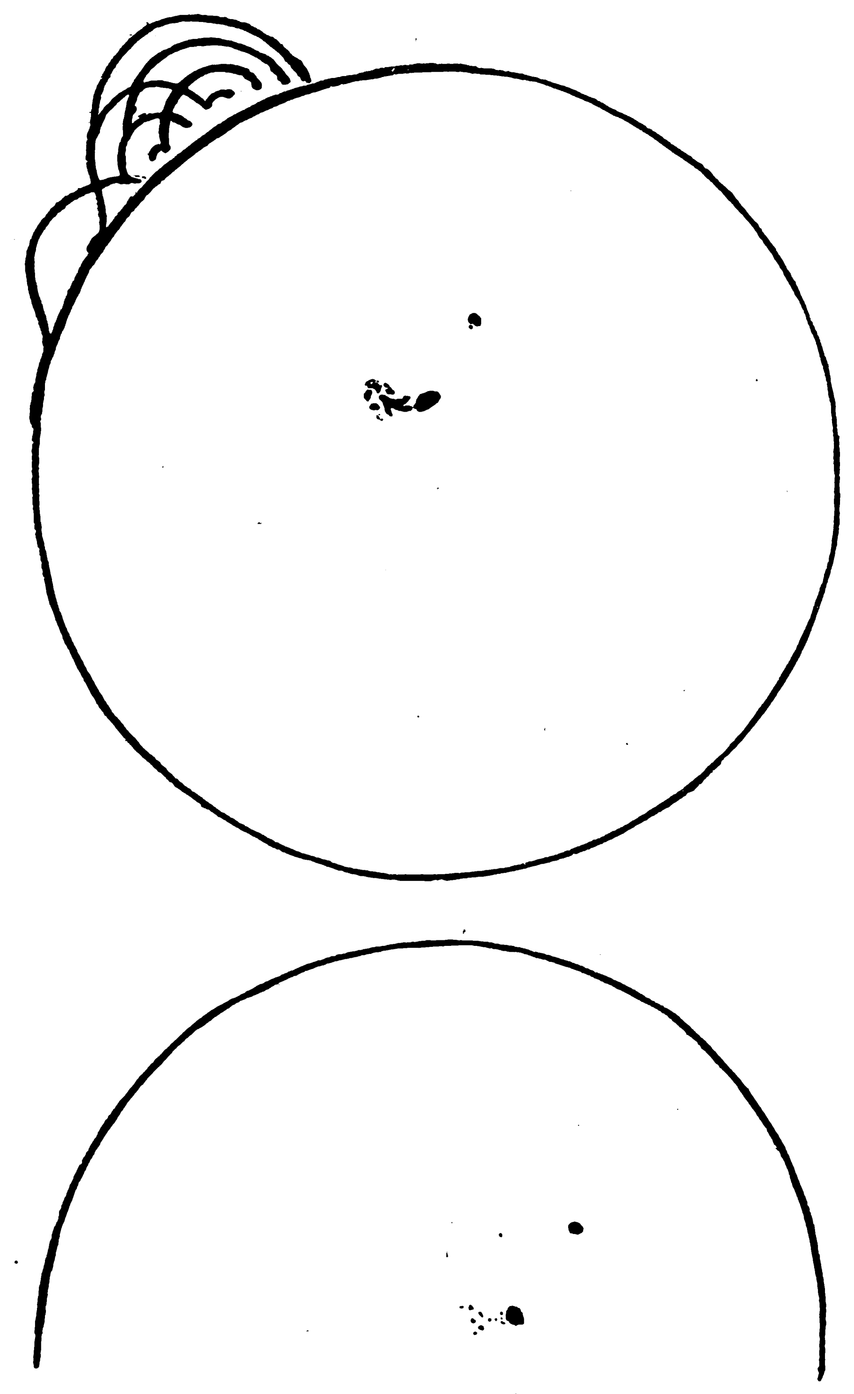


Abb. 2.

Schematische Darstellung der Vorgänge der Sonnentätigkeit am 17./18. Juli 1907.
Oben: Aufnahme der Sonnenflecken zu Großflottbek 1907, Juli 17., 2^h 40^m bis 50^m M.E.Z. Am Rande die nach der spektrographischen Aufnahme zu South Kensington zusammengestellten Ringsysteme am gleichen Tage, 1907, Juli 17., 4^h 24^m M.E.Z.
Unten: Aufnahme der Sonnenflecken zu Großflottbek 1907, Juli 18, 12^h 45^m bis 1^h M.E.Z.

Vorgänge waren hier nicht allein Wirbelerscheinungen innerhalb einer ebenfalls überaus großen Fleckengruppe, sondern vor allem auch die in South Kensington bei London und auf Mount Wilson in Nordamerika spektrographisch aufgenommenen Ringsysteme aus photosphärischem Material, die von mir im „Archiv für Optik" 1908 beschrieben sind. Über den Südostrand der scheinbaren Sonnenscheibe hinaus projizierten sie sich bis zur Entfernung von mehr als 5′, also mehr als 200000 Kilometer, eine Höhe, die durch die wahrscheinliche Annahme einer Elevation des Ausbruchs aus der optischen Ebene dieser Scheibe schon vervielfacht wird. (Abb. 2a.)

Eine weitere, sehr große Wahrscheinlichkeit besteht aber dafür, daß der Herd dieses ungewöhnlichen Sonnenausbruches nahe der scheinbaren Sonnenmitte, doch noch im gleichen südöstlichen Quadranten der Scheibe lag. Denn hier befand sich an dem denkwürdigen 17. Juli 1907 jene riesenhafte Sonnenfleckengruppe mit deutlichen Anzeichen von Wirbelbewegungen. Es war tatsächlich diejenige Gruppe, die seit der vorhergehenden 26tägigen Epoche des Juni 1907 die Stelle höchstgesteigerter Tätigkeit auf der Sonne markiert hatte, wenn anders ein Signal maximaler Art auf ein Maximum dieser Tätigkeit zu schließen gestattet. Dazu kam endlich und vor allem dasselbe, was der Fleckengruppe vom 7. August 1908 geschehen ist. Anstatt der großen Fleckengruppe des 17. Juli 1907, gelangte am 18. Juli 1907 ein Gebilde zur Beobachtung, das nur noch aus dem großen Kopffleck jener Gruppe und sonst lediglich aus einigen strichartig angeordneten Reihen kleiner Flecken und Poren bestand. Die große Fleckengruppe des 17. Juli 1907 war demnach einer weitgehenden Zerstörung verfallen. Diese Zerstörung geschah innerhalb Tagesfrist, genauer innerhalb der 22 Stunden, die zwischen der Aufnahme des 17. und des 18. Juli 1907 lagen. Sie entfiel in den gleichen Zeitraum, in dem auch jene seltsamen Ringerscheinungen photosphärischer Herkunft zur spektrographischen Aufnahme gelangt waren. Es liegt außerordentlich nahe, die beiden ungewöhnlichen Ereignisse in inneren Zusammenhang zu bringen. Dann enthüllt sich aber dieser Vorgang der Sonnentätigkeit als eine Ausbruchserscheinung ganz ungeheuerlicher Art. Die sichtbare Reichweite dieses Ausbruches darf auf 1 bis 2 Mill. Kilometer eingeschätzt werden, wenn als Herd der Ringbildung die in der Bildebene 700000 bis 900000 Kilometer entfernte Stelle der Sonnenfleckengruppe und außerdem noch eine angemessene Elevation, aus der Bildebene heraus, angenommen wird.

Die Größenordnung einer solchen, den Sonnendurchmesser übertreffenden Reichweite, bei Sonnenausbrüchen aus der Photosphäre, verliert an Unwahrscheinlichkeit schon bei Berücksichtigung der Koronastrahlen zur Zeit gesteigerter Sonnentätigkeit. Bei der Beobachtung der Sonnenfinsternis des 30. August 1905 wurde zu Suk Ahras ein solcher Strahl bis zum vierfachen des Sonnendurchmessers, also auf mehr als 5,5 Millionen Kilometer, verfolgt. In meinem, im Juniheft 1906 der „Deutschen Rundschau für Geographie und Statistik" veröffentlichten Berichte über die hamburgischen Unternehmungen zur Beobachtung dieser Sonnenfinsternis habe ich, in Übereinstimmung mit Dr. M. W. Meyer, der ähnliches damals in Assuan beobachtet hatte, diesen Koronastrahl in Zusammenhang gebracht mit einer beschränkten Stelle erhöhter Sonnentätigkeit, die am Südostrande durch einen Sonnenfleck signalisiert war.

Aber auch im eigentlichen Bereiche der Photosphäre selbst findet sich Anhalt für die Möglichkeit von Sonnenausbrüchen so ungeheurer Art. Im „Archiv

der Optik" 1908 und in Nr. 4267 der „Astronomischen Nachrichten" habe ich Berechnungen veröffentlicht über Tiefenunterschiede der Sonnenflecken einer Gruppe, die am 4., 5. und 6. Juli 1906 auf der diesseitigen Hälfte des Sonnenballes in ihren mittleren Längen vorüberzog. Sie erstreckten sich über acht Fleckenstellen einer sehr ausgebreiteten Gruppe, die von Tag zu Tag in ostwestlicher Richtung näher aneinander oder weiter auseinander rückten. Daß diese relativen Eigenbewegungen auf die perspektivischen Folgen von Tiefenunterschieden zu deuten seien, dafür sprach schon der einheitliche stereoskopische Eindruck, den ein vom 4. und 5. Juli zusammengestelltes Bilderpaar hervorrief. Es war ein Verdienst des eingangs erwähnten Herrn E. Stephani, zuerst auf diesen stereoskopischen Eindruck hingewiesen zu haben. Die endgültigen Messungen und Berechnungen wurden freilich nicht an den scharfen aber kleinen Photographien Herrn Stephani's, sondern an den ungleich größeren Solar Transparencies des Greenwich Observatory vorgenommen, die von diesem mit höchst anerkennenswerter Liberalität zur Verfügung gestellt wurden. Beiden Stellen, dem Greenwich Observatory und der Kasseler Sonnenwarte, sei auch an dieser Stelle für die gelieferten wertvollen Materialien der schuldige Dank abgestattet.

Die Tiefenberechnung ging von der naheliegenden stereographischen Betrachtung aus, daß die Unterschiede der Fleckenentfernung von einer Tagfahrt zur anderen in festem Verhältnis zu einer verschiedenen Höhenlage der Flecken stehen müsse. Das Verhältnis muß ferner mit dem übereinstimmen, in welchem die inzwischen von der Erde zurückgelegte Wegstrecke zu ihrer Entfernung von der Sonne stand.

Geometrisch läßt sich dieser Vergleich durch Abb. 3 ausdrücken, arithmethisch durch die Proportion $\sigma : H = S : E$. In ihr bedeutet σ den zwischen jedem Paare von Flecken durch Messung festgestellten Unterschied ihrer Ent-

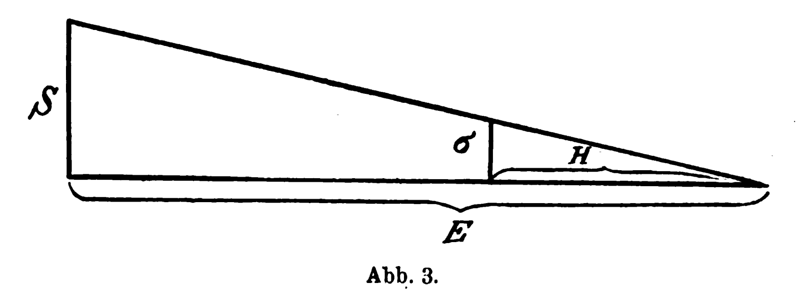


Abb. 3.

fernungen, H den gesuchten Tiefenunterschied, S die von der Erde zurückgelegte Strecke, E die Entfernung der Erde von der Sonne, angesetzt zu 149,5 Millionen Kilometer. Von diesen Werten sind, außer E, S und σ bekannt, weil sie durch Messung oder Berechnung direkt bestimmt werden können. Der gesuchte Tiefenunterschied je zweier Sonnenflecken der Gruppe ergibt sich demzufolge aus der Formel $H = \sigma \, E/S$.

Die Benennung der Fleckenstellen ist gemäß der folgenden Zusammenstellung gewählt:

f *e* *d*

b *c*

a *g* *h*



Von ihnen war der nordwestliche Fleck *a* nicht allein durch seine Größe ausgezeichnet; er war auch der älteste Fleck der Gruppe, die sich erst in den Tagen des Vorüberganges, vom 2. Juli 1906 an, entwickelt hatte. Er war drittens der einzige Fleck, neben *g* oder *h*, der bei der Verabschiedung am westlichen Sonnenrande, am 10. Juli 1906, noch sichtbar blieb. Man hat ein Recht, ihn schon aus diesen Gründen als Hauptfleck der ganzen Gruppe zu bezeichnen. Sehr bedeutsam muß es deshalb erscheinen, daß die stereographische Berechnung bei beiden bearbeiteten Tagfahrten von 1906 Juli 4./5. und 5./6., ihn als den tiefstgelegenen Fleck der ganzen achtstelligen Gruppe auswies. Wegen der Berechnung selbst verweise ich auf die erwähnten Veröffentlichungen, besonders auf die im „Archiv für Optik" 1908. In der folgenden Tabelle sind nur die Endergebnisse zusammengestellt, die Niveaulagen der sieben Fleckenstellen *b* bis *h* über jenem als Hauptfleck charakterisierten Sonnenfleck *a*. Die einzige Abweichung, bei *h* in der ersten Reihe, wird hinreichend erklärt durch den Einfluß der Perspektive bei diesem, am 4. und 5. Juli noch sehr nahe dem Ostrand stehenden Sonnenfleck, der erst am 5. Juli annähernd in das Niveau der mittleren Sonnenlängen emportauchte.

Niveauhöhen der kleineren Sonnenflecken über *a*
in 1000 Kilometern.

Flecken	berechnet aus	1906, Juli 4./5. H	1906, Juli 5./6. H	H-Zunahme vom 4./5. zum 5./6.
b	*ab*	1881	1777	— 104
e	*be*	1215	1718	503
d	*cd*	970	1421	451
f	*af*	730	237	— 493
g	*cg*	427	770	343
c	*bc*	249	533	284
h	*gh*	— 50	178	228
a	—	0	0	—

Die größte dieser Höhen H, die von *b* über *a*, reicht also nahe an 2 Millionen Kilometer heran. Die kleine Abnahme, die sie aufweist, um 104 000 Kilometer, etwa 6 Prozent, fällt in Betracht der Fehlerquellen wenig ins Gewicht. Sie kann auch dynamisch aus dem Widerstreit zwischen Wurfkraft und Massenanziehung erklärt werden. Größer ist die Abnahme bei *f*, um 493 000 Kilometer, nahezu 70 Prozent der Höhe bei der ersten Tagfahrt. Aber bei *f*, als dem westlichsten Fleck der ganzen Gruppe, kommt dieselbe starke Fehlerquelle der Perspektive wie bei dem östlichsten Fleck *h*, natürlich umgekehrt, zur Geltung. Bei der sehr symmetrischen Lage der drei Tagesbilder, vom 4, 5. und 6. Juli, zum Mittelmeridian erscheint es statthaft, eine durchschnittliche Höhenzunahme der sieben Flecken über *a* zu ermitteln. Sie ergibt sich zu 202 000 Kilometer oder 23 Prozent.

Bei so außerordentlich großen Niveauverschiedenheiten, besonders wenn ihnen Ausbruchserscheinungen oder überhaupt rasche Änderungen der Niveaulagen zugrunde liegen, muß berücksichtigt werden, daß rotierende Gegenstände, in höhere Niveaus gelangt, langsamer, in tiefere Niveaus gelangt, schneller fortschreiten, als das dortige Rotationsmoment erfordert. Ausbrüche und

Rotation bieten die wahrscheinlichste Annahme für die oben rechnerisch festgelegten Höhenunterschiede. Kommen nicht noch besondere Eigenschaften der Mechanik auf der Sonne dazu, wofür kein sicherer Anhalt vorliegt, so ist jene Rücksicht bei diesen Berechnungen nicht zu umgehen.

Deshalb sind von mir in den angegebenen Abhandlungen die Berechnungen noch einmal ausgeführt, unter Anwendung einer Formel, die jene Änderungen des Geschwindigkeitsverhältnisses mit der Höhe berücksichtigt. Die neue Formel ergab sich in sehr einfacher Weise aus der Überlegung, daß der gemessene Unterschied der Fleckenabstände von Tag zu Tag σ dann nicht allein vom einfachen Höhenverhältnis des jeweilig betrachteten Fleckenpaares abhängt, also nicht allein gleich zu setzen ist $\frac{sH}{E}$, sondern daß ein Teil von ihm von der durch das Steigen oder Sinken um den Betrag H bedingte Geschwindigkeits-Änderung abhängt. Für diesen Teil ergibt sich aber die Proportion

$$\sigma_1 : vt = H : r.$$

In ihr bedeutet r den Halbmesser der Sonne = 700 000 km und vt die Rotationsgeschwindigkeit im Bereiche der leuchtenden Sonnenoberfläche: v multipliziert mit dem Zeitunterschied t. σ_1 wird dann $= vt\frac{H}{r}$. Das neue σ setzt sich demzufolge aus dem alten und dem neuen Rechnungsgliede zusammen zu

$$\sigma = H\frac{S}{E} + H\frac{vt}{r}.$$

Daraus ergibt sich $H = \sigma : \left(\frac{S}{E} + \frac{vt}{r}\right)$ oder

$$H = \sigma\frac{rE}{rs + vtE}.$$

Nach dieser Formel ist dann die neue Tabelle berechnet.

Niveauhöhen der kleineren Sonnenflecken über a in 1000 km, unter Berücksichtigung der Änderung der Geschwindigkeitsverhältnisse mit dem Niveau.

Flecken	berechnet aus	1906, Juli 4./5. H	1906, Juli 5./6. H	Zunahme
b	*ab*	137	129	— 8
e	*be*	88	124	36
d	*cd*	70	113	43
f	*af*	53	17	— 36
g	*cg*	31	56	25
c	*bc*	18	39	21
h	*gh*	— 3	13	16
a	—	0	0	—

Die Größenordnung ist bei diesen Niveau-Unterschieden auf weniger als $^1/_{10}$ herabgemindert. Sonst kehren dieselben Verhältnisse wieder wie in der andern Tabelle, besonders bei den Flecken *b* und *f*. Die Zunahme des durchschnittlichen Niveauunterschieds der sieben Flecken gegen *a* beträgt noch etwas mehr als 27 %.

Ob man nach der einen oder andern Rechnungsweise geht, immer erweist sich das Niveauverhältnis jedes der sieben kleineren Flecken zu *a* als im

wesentlichen gleich von einer Tagfahrt zur andern. Nieveauunterschiede deshalb als tatsächlich bestehend anzunehmen, liegt unvergleichlich viel näher als die andere Erklärung, daß diese so regelmäßigen Niveauunterschiede lediglich vorgetäuscht werden durch ein System entsprechender Eigenbewegungen im gleichen Niveau. Denn dieses System würde ganz unglaublich verwickelt sein müssen.

Im Blick auf die Änderung der Geschwindigkeiten mit dem Niveau fordern die Schlieren der Fleckengruppe in Abb. 1 zu genauerer Betrachtung heraus. Ihre Hauptrichtung nahe parallel dem Äquator der Sonne, von der Hauptmasse der Gruppe aus nach Osten, steht durchaus im Einklang mit der Forderung, die sich aus der, an den Sonnenflecken und mit dem Spektroskop nachgewiesene Rotation des leuchtenden Sonnenballes von Osten nach Westen, ergibt. Das oben schon angewandte Verhältnis $\sigma_1 : vt = H : r$ würde eine genaue Berechnung der von diesen Ausbrüchen erreichten Höhen H über die Photosphäre gestatten, wenn vt bekannt wäre. Aus meinen eigenen Aufnahmen kann ich zunächst entnehmen, daß jedenfalls am Vortage, August 6. 1908, gegen $6^1/_2$ Uhr abends der mitteleuropäischen Zeit an den westlichen Ausgangsstellen der Schliere *b* noch nichts, an denen der Schliere *a* höchstens eine Andeutung sichtbar war. Die $12^1/_2$ Stunden, die zwischen beiden Aufnahmen liegen, liefern ein vt, das gestattet, ein Mindestmaß der beiden Ausbruchshöhen zu erreichen. Diese vorläufige Berechnung ist von mir ausgeführt. Unter Berücksichtigung der heliograpischen Länge und Breite der Sonnenfleckengruppe, ergab sie wieder enorme Beträge für die Höhen H, bis zu denen die Schlieren hinaufreichten. Um lediglich infolge der ihrem photosphärischen Ausgangspunkte entsprechenden Rotationsgeschwindigkeit nach Osten zurückgeblieben zu sein, müßten die Endflecke bei *a* um mehr als 556 000, bei *b* sogar um mehr als 708 000 km emporgestiegen sein. (Vgl. meine genauere Darstellung in No. 4349 der Astron. Nachrichten.)

Hoffentlich existieren noch Photographien dieser merkwürdigen Sonnenfleckengruppe aus zwischenliegenden Phasen, die gestatten, dieses vorläufige Ergebnis zu einem endgültigen zu gestalten. Besonders wertvoll freilich würden spektrographische Aufnahmen jenseits des Sonnenrandes sein. Denn die geschilderten Vorgänge an der größeren Gruppe, besonders ihre starke Abnahme, nach dem 7. August 1908, ließen wieder auf die seltsame Erscheinung von Halbringen und Ringen aus photosphärischem Material im Gebiet der Korona vermuten. Ein am 8. August 1908 deshalb an das Londoner Solar Observatory von mir gerichtetes Telegramm war leider vergeblich, da dieses Observatorium am 8. und 9. August (Sonnabend und Sonntag) geschlossen war. Doch braucht die Hoffnung nicht aufgegeben zu werden, daß ein glückhafter Zufall die damals beabsichtigte Kontrolle gewährt.[1])

---

[1]) Diese, im November 1908 bei der letzten Durchsicht dieser Arbeit ausgesprochene Erwartung ist inzwischen erfüllt. In No. 4344 der Astronomischen Nachrichten konnte ich über ringförmige Protuberanzen im August 1908 berichten, die ich der Güte des Professor A. Riccò (R. Osservatorio di Catania) verdanke. Von 14 dieser, von mir auf Wirbelringe gedeuteten Randerscheinungen konnten dort 7 direkt, 6 indirekt mit jenem Felde hochgesteigerter Sonnentätigkeit von August 1908 in Zusammenhang gebracht werden.



Der Ursprung des Sexagesimalsystems.

Bis vor kurzem hatte man noch keine befriedigende Erklärung für den Ursprung des Sexagesimalsystems, d. h. der Stundeneinteilung in 60 Minuten und 60 Sekunden in der Zeitrechnung, so wie der 60 Bogenminuten und 60 Bogensekunden in der Kreisteilung. Die erste Erklärung, die dafür gegeben wurde, war eine astronomische. Danach sollten die Babylonier das Jahr in 360 Tage und dementsprechend die vermeintliche Sonnenbahn, den Kreis, in 360 Grade eingeteilt haben. Es war das Verdienst von Kewitsch, diese Ansicht widerlegt zu haben. Die Babylonier hatten zwar ein 360 tägiges Jahr, doch war dies bei dem an den Geldverkehr so gewöhnten Volke das sogenannte „Bankjahr". Es herrschte die Sitte, daß nur an 360 Tagen des Jahres Zinsen gezahlt wurden; die übrigen 5 Tage galten als ein Geschenk des Lichtgottes Marduk und wurden als Festtage begangen. Außerdem ist es höchst unwahrscheinlich, daß gerade die Babylonier, die in der Astronomie sehr bewandert waren, das Jahr in 360 Tage eingeteilt haben sollten, eine Einteilung, die schon während eines Menschenalters zu einer völligen Verschiebung der Jahreszeiten führen mußte.

Kewitsch gibt nun für die 60-Teilung eine arithmetische Erklärung. Bekanntlich haben nicht alle Völker unser Dezimalsystem der Zahlen. Der Naturmensch gebraucht zum Zählen die Hand, und daher ist auf der primitivsten Kulturstufe das 5-System natürlich. Kewitsch führt einen Volksstamm in Labrador an, der bis 6 zählt; was darüber geht, ist unzählbar. Ebenso haben die Bolaner in Afrika Reste eines 6-Systems, wonach $7 = 6 + 1$; $12 = 2 . 6$ usw. ist. In Indien gibt es ein besonderes Wort für „Sechsheit", das wahrscheinlich aus Babylon stammt. Bei diesem Zählprinzip ergeben die Finger der linken Hand 1 bis 5, für 6 wird die ganze Hand ausgestreckt. Die beiden ausgestreckten Hände ergeben dann $6 . 6 = 36$, dreimal ausgestreckte Hand $= 6^3 = 216$ usw. Dieses 6-System könnte auch die Einteilung in 60 plausibel machen.

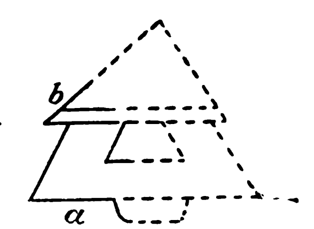
Nun gibt der Hamburger Hoppe (im Archiv der Mathematik und Physik Bd. 15 H. 4) eine neue Erklärung für das Sexagesimalsystem, und zwar ist sie im Gegensatz zu den zwei oben angeführten, eine geometrische. Seiner Ansicht nach ist das Zahlensystem der Babylonier durchaus dezimal gewesen, wie die Keilinschriften beweisen.

Wenn im alten Babylon die Zahl 6 für ein Maß existiert hat, so kann sie nur eine Bedeutung für gewisse Handelsobjekte gehabt haben, etwa wie bei uns Mandel oder Schock gebrauchen.

Ebenso elementar wie das Bedürfnis nach Zahlen ist das der Festlegung einer Richtung. Aus dem Unterschiede zweier Richtungslinien kommt man alsdann zu dem Begriffe des Winkels. Am leichtesten läßt sich der rechte Winkel festlegen, da er schon durch das Lot gegeben wird. Drei gleiche Stäbe bilden, zusammengelegt, ein Dreieck mit drei gleichen Winkeln. 6 solche Winkel nebeneinander gelegt, füllen die ganze Ebene aus, und so erscheint es natürlich, daß ein Volk, welches für das Zählen sich des Dezimalsystems bediente und als Winkeleinheit den Winkel des gleichseitigen Dreiecks benutzte, zu dem Sexagesimalsystem kommen mußte. Teilte man den 60. Teil nach dem Dezimalsystem weiter, so kam man auf den 600. Teil, das Ner der Babylonier; teilte man den 60. Teil wieder in 60, so ergab sich der 360. Teil oder das Sar.

Diese Auffassung hatte mit dem Kreis nichts zu tun und konnte entstanden sein, lange noch bevor man den Zirkel kannte. Erst bei fortschreitender Kultur

konnte die 60-Teilung auf astronomische und geometrische Aufgaben übertragen werden. So sieht man auch, daß der Kreis verhältnismäßig spät in den Darstellungen der Babylonier auftritt, dagegen kommt ein Winkel durch die 6 Winkel des gleichseitigen Dreiecks ausgedrückt ziemlich früh vor. Man fand geometrische Figuren zu Wahrsagezwecken, die aber keine Kreise aufweisen, sondern nur geradlinige Figuren, wie z. B. die folgende:



Hoppe deutet das untere Dreieck a dieser Figur als ein Winkelmaß mit dem Normalwinkel von 60° und hält den unten angebrachten Bogen für einen Handgriff zum Hantieren mit dem Maße. Das andere obere Dreieck b, das nur unvollkommen vorhanden ist, stellt vielleicht einen rechten Winkel dar. Wo in Babylon ein Kreis in Verbindung mit Winkeln auftritt, findet man die Sechsteilung. In Ägypten und Griechenland hatte das Rad des Kriegswagens 4 Speichen da hier der rechte Winkel Normalmaß war, in Babylon dagegen 6 und später wird in Ägypten das Rad mit 6 Speichen als babylonisches Rad eingeführt. Nur den Babyloniern war es auch möglich, schon ziemlich früh die Dreiteilung des rechten Winkels zu finden, wie Smith durch eine aufgefundene Tafel nachgewiesen hat.

Eine Folge dieser Winkelmessung war für die Babylonier auch die Einteilung des Tages in 60 Stunden. Man denke sich die Zeit durch eine Sonnenuhr, durch einen in der Erde senkrecht steckenden Stab, gemessen. Der Schatten beschreibt hierbei keinen Kreis, sondern eine ungeschlossene Bahn, die Stunden werden durch die Winkelunterschiede gemessen. Denkt man sich die ganze Ebene in 60 Teile geteilt, entsprechend der 6-Teilung der Ebene in gleiche Winkel und der weiteren Teilung nach dem Dezimalsystem, so kommt man zu 60 Etappen für den Stand des Schattens, wodurch die 60 Stunden markiert werden.

Diese 60 Stunden-Einteilung des Tages ging von Babylon nach Indien über und hat sich sogar bis jetzt noch bei einigen Bergvölkern Indiens erhalten, deren Bildung einen Rest der vor mehreren tausend Jahren von Babylonien nach Osten ausgebreiteten Kultur darstellt. H. von Schlagintweit hat der Münchener Akademie eine Uhr mit 60 Stunden für den Tag übergeben, die er bei diesen Völkern vorfand. Bei diesen Bergvölkern spielt auch der Begriff der „Sechsheit" eine Rolle als Inbegriff der Vollkommenheit, das ist ja der Begriff des Winkels, der die ganze Ebene ausfüllt. Aus der Sechsteilung der Ebene erklärt sich auch der Umstand, daß die Babylonier die Windrose nicht in 32 Teile teilten wie wir, sondern in 36. Aus der Verbindung der Winkelteilung und des Dezimalsystems ergab sich danach die Einteilung des Kreises in 360 gleiche Teile als natürliche Folge.

F. S. Archenhold.

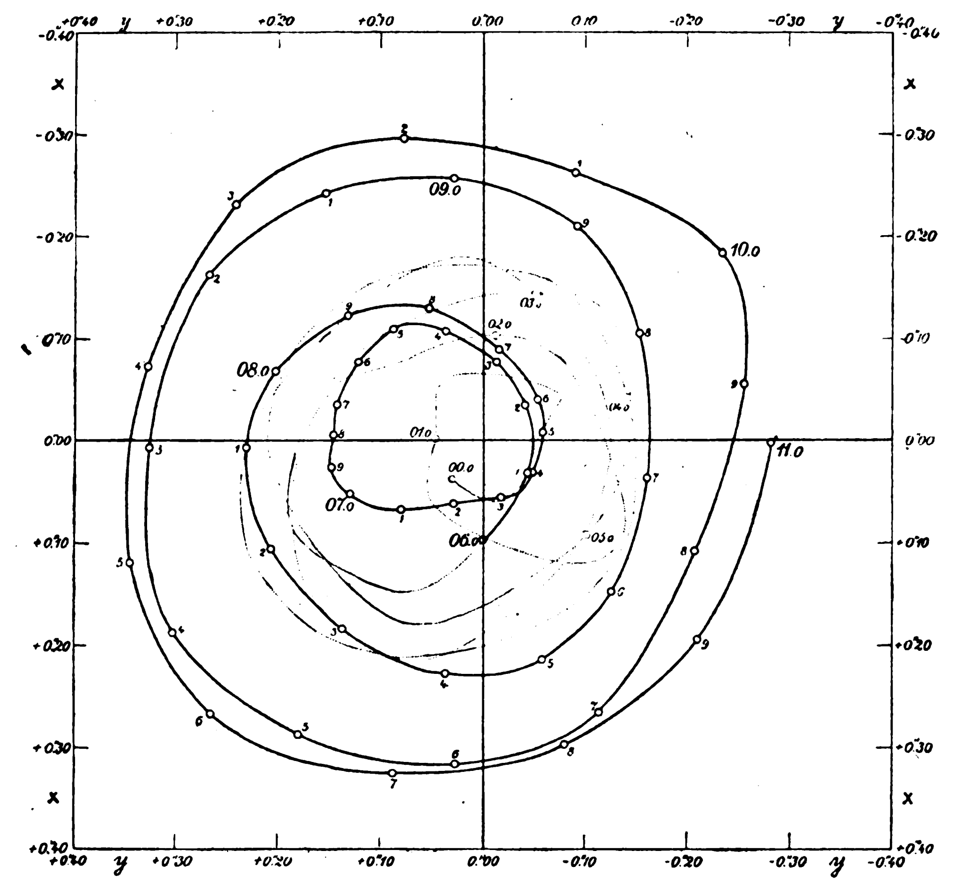


Der gestirnte Himmel im Monat August 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Der Verlauf der Polhöhenschwankung von 1900 bis 1911.

Im Jahre 1888 gelang es Professor Küstner, dem jetzigen Direktor der Bonner Sternwarte, gelegentlich seiner Beobachtungen zur Bestimmung der Abberationskonstante die schon früher von Bessel vermuteten kleinen Schwankungen der Rotationsachse der Erde mit Sicherheit festzustellen. Der erste, der darauf hingewiesen hat, daß die Drehungsachse der Erde durch Veränderungen der Massenverteilung auf der Oberfläche Schwankungen erleiden muß, war der große Mathematiker Euler; der Ausschlagswinkel ist natürlich nur ein äußerst geringer, es handelt sich im Maximum um eine halbe Bogensekunde. Das entspricht in Wirklichkeit einer Polhöhenverschiebung von 15 m. Um diese kleinen Schwankungen mit Sicherheit nachweisen zu können, ist ein inter-



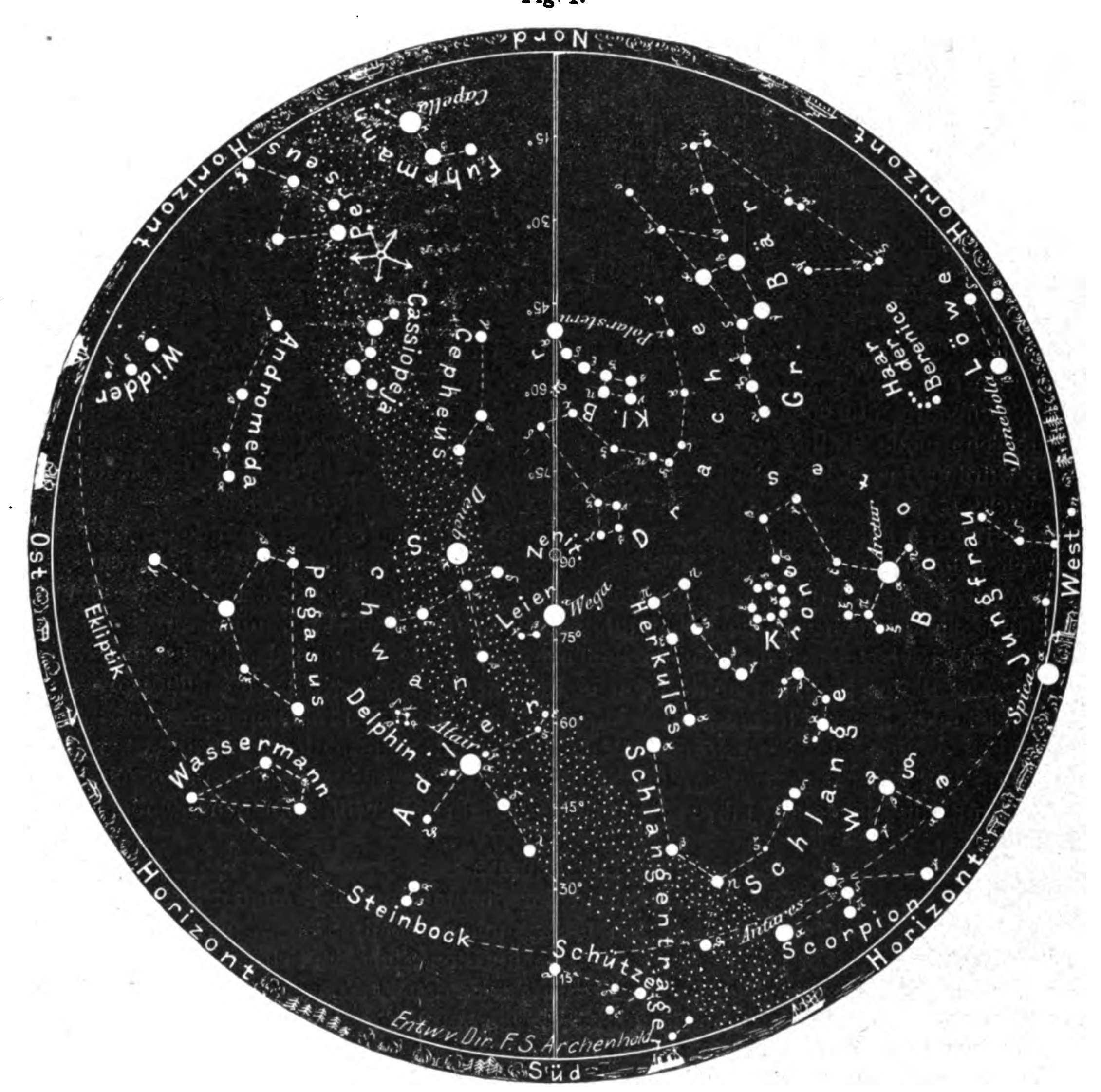
Verlauf der Polbewegung von 1900 bis 1911.

nationaler Breitendienst eingerichtet worden, dessen Resultate von Herrn Professor Albrecht vom geodätischen Institut zu Potsdam regelmäßig bearbeitet werden und für die obigen Jahre in den A. N. 4504 veröffentlicht worden sind. Wir geben vorstehend eine Tafel wieder, welche den gefundenen Verlauf der Polhöhenbewegung für die Zeit von 1900 bis 1911 deutlich erkennen läßt. Unsere Zeitschrift (Jg. 1, S. 43) enthält in dem Artikel „Verlauf der Polschwankungen von 1890 bis 1900“ eine ähnliche Karte für die frühere Zeit. Aus der obigen Darstellung geht hervor, daß die Schwankungen im Jahre 1910 noch mehr zugenommen und einen Betrag erreicht haben, wie solcher noch nicht beobachtet worden ist. Der früher gemessene größte Wert der Polschwankung betrug im Jahre 1903 nur 0″,2, während er im Jahre 1910 auf 0″,32 angewachsen ist. Hieraus

ist schon zu ersehen, daß die Polkurve durch eine einfache mathematische Formel nicht darstellbar ist und daß außer den regelmäßig wirkenden Ursachen, wie die Ansammlung von Schnee und Eis am Nord- und Südpol, die Massenverschiebung durch Ebbe und Flut etc., noch anderweitige unregelmäßige Ursachen vorhanden sein müssen, die bisher der Rechnung noch nicht zugänglich waren. An Beobachtungen sind während des Jahres 1910 auf den verschiedenen Stationen und zwar auf dem Nordparallel in + 39° 8′ Breite,

Der Sternenhimmel am 1. August 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.

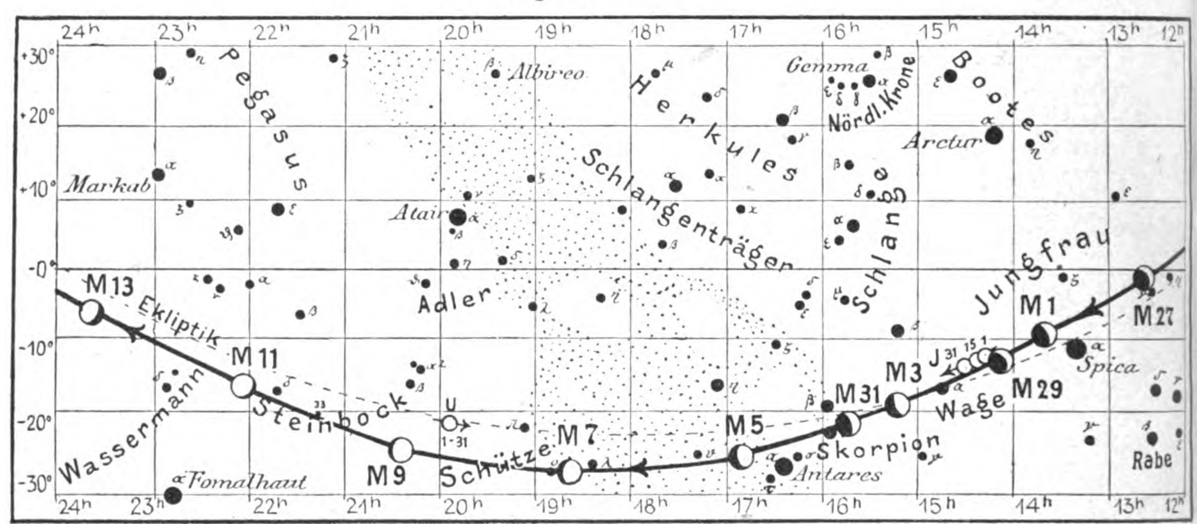


(Polhöhe 52½°)

angestellt worden in Mizusawa von Prof. Dr. H. Kimura und Dr. M. Hashimoto = 2140 Sternpaare, in Tschardjui von Oberstleutnant A. Ausan bis zum Mai und Kapitän Kremljakow vom Mai ab = 2031 Sternpaare, in Carloforte von Dr. G. A. Favaro und Dr. F. Chionio 2996 = Sternpaare, in Gaithersburg von Dr. Frank, E. Roß und Dr. Walter N. Roß = 1671 Sternpaare, in Cincinnati von Prof. Dr. J. G. Porter, sowie Dr. De Lisle Stewart bis zum Juni und Dr. E. J. Yowell vom Juli ab = 1262 Sternpaare und in Ukiah von Dr. James D. Maddrill = 1249 Sternpaare.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars

Die Beobachtungen auf dem Südparallel in — 31° 55′, umfaßten ebenso wie im Vorjahre nur solche auf der argentinischen Station Oncativo: von Herrn Aguilar 311 Sternpaare und von den Herren Furque und Gómez 576 Sternpaare. Es ist dann später eine neue Station in Johannesburg (Transvaal) in —26° 11′ Breite hinzugetreten. Hier wurden in sechs Monaten 2380 Sternpaare von Mrs. Abbott und Mr. E. A. Innes beobachtet.

Sieberg hat schon früher den gegenwärtigen Stand der Frage nach den Beziehungen zwischen Polschwankungen und Erdbeben behandelt. (Weltall Jg. 5, S. 43.) Milne neigt der Ansicht zu, daß die Größe der Breitenschwankungen, besonders aber ihre schnellen Richtungsänderungen auf die Bebentätigkeit einen unmittelbaren Einfluß ausüben.

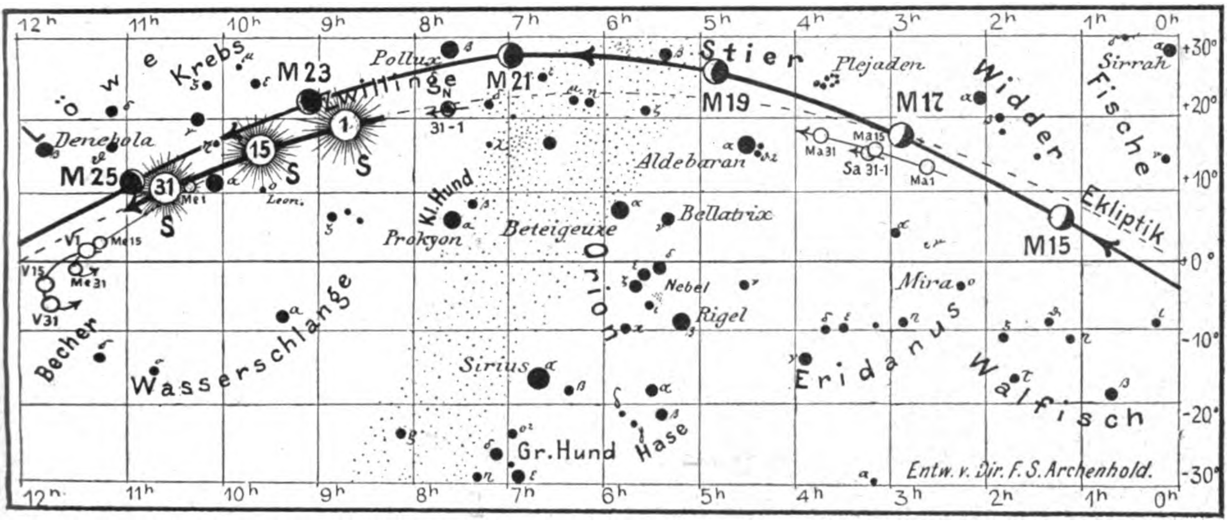
Da bei vielen astronomischen Beobachtungen die Polhöhe des Beobachtungsortes eine große Rolle spielt, so geht schon hieraus hervor, wie wichtig die ständige weitere Überwachung dieser kleinen Schwankungen der Erdachse für einen geregelten wissenschaftlichen Dienst in der Astronomie ist. Es kann der internationalen Erdmessung nicht genug gedankt werden, daß sie die Mittel verfügbar gemacht hat, um an verschiedenen Orten für die nächsten Jahre diese mit großem Eifer begonnenen Beobachtungen fortzusetzen.

Die Sterne.

Unsere Karte, Fig. 1, gibt den Stand der Sterne für den 1. August abends 10^h, für den 15. August abends 9^h und für den 1. September abends 8^h usw. wieder. Um diese Zeit zieht der Meridian von Süden nach dem hellsten Stern im Schützen zwischen Adler und Schlangenträger zur Wega hin und dann durch den Zenit weiter zum kleinen Bären, den Drachen durchziehend zum Nordpunkt, in dessen Nähe alsdann die Capella leuchtet. Um diese Zeit umlagern auch die Sternbilder des Schwans, der Leyer und des Herkules den Zenit. β im Schwan, Albireo genannt, ist ein sehr schöner Doppelstern 3. und 3,5. Größe. Der Hauptstern von rötlicher Farbe verändert diese ein wenig, wohingegen der blaue Begleiter in seiner Farbe unverändert erscheint. Auch δ im Schwan, der im Jahre 1738 von Herschel als doppelt erkannt wurde, besitzt als Hauptstern einen solchen 3. Größe und grünlicher Färbung; der Begleiter ist 8. Größe und aschfarben. In der Leyer ist Wega selbst spektroskopisch doppelt, und auch der zweithellste Stern β hat nach Burnham fünf Begleiter und ist selbst veränderlich. Unter den Nebeln ist der zwischen β und γ stehende berühmte Ringnebel in der Leyer, der einzige in diesem Sternbilde, der in kleineren Fernrohren den Beobachtern noch zugänglich ist. In Jg. 9 finden die Leser des „Weltall“, S. 279, eine eingehende Beschreibung und Abbildung dieses Nebels,

ür den Monat August 1911.

Fig. 2a.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

wie er den Besuchern der Treptow-Sternwarte mit dem großen Fernrohr in den Sommermonaten hoch oben im Zenit erscheint.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne ist für den 1., 15. und 31. August in unsere Karte 2a eingetragen. Sie geht vom Sternbilde der Zwillinge in das des Löwen über und sinkt bereits während des Monats in ihrer Bahn um $10^1/_2{}^0$, sodaß sich gegen Ende des Monats die Abnahme der Tage bereits stark bemerkbar macht. Folgende Tabelle gibt uns andere wissenswerte Daten:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Aug. 1.	+ 18° 16′	$4^h 27^m$ morgens	$7^h 58^m$ abends	$55^3/_4{}^0$
- 15.	+ 14° 21′	$4^h 50^m$ -	$7^h 32^m$ -	$51^3/_4{}^0$
- 31.	+ 8° 59′	$5^h 16^m$ -	$6^h 57^m$ -	$46^1/_2{}^0$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten von zwei zu zwei Tagen wieder in unsere Karten 2a und 2b eingetragen. Die Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Aug. 1. 12^h Mitternacht — Letztes Viertel: Aug. 17. 1^h nachm.
Vollmond: - 10. 4^h morgens — Neumond: - 24. 5^h morgens
Erstes Viertel: Aug. 31. 5^h nachm.

Im Monat August findet eine Sternbedeckung statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Aug. 10.	33 Capricorni	5,5	$21^h 19^m$	$-21^0 14^m$	$3^h 33^m,3$ morgens	10°	$4^h 13^m,5$ morgens	295°	Untergang des Mondes $4^h 19^m$ morgens.

Die Planeten.

Merkur (Feld $10^1/_4{}^h$ bis $11^1/_2{}^h$) erreicht am 13. August seine größte östliche Elongation und steht am 25. August in der Nähe des Mondes. Der beleuchtete Teil nimmt von 0,62 bis 0,14 ab, der Durchmesser hingegen nimmt von 6″,2 bis 10″,1 zu. Mit unbewaffnetem Auge ist Merkur während des ganzen Monats nicht zu sehen. Strobant hat aus Beobachtungen des Merkurdurchganges vom 14. November 1907 den Durchmesser des Planeten zu 4461 km bestimmt. Er ist nicht viel größer als der Durchmesser (3480 km) unseres Mondes.



Venus (Feld $11^1/_2{}^h$ bis $11^3/_4{}^h$) erreicht am 11. August ihren größten Glanz und steht am 13. 5° südlich von β in der Jungfrau; am 26. tritt sie in Konjunktion mit dem Monde. Ihr beleuchteter Teil nimmt von 0,34 bis auf 0,08 ab, sodaß sie am Schluß des Monats als schmale Sichel erscheint. Ihr Durchmesser nimmt von 34″ auf 54″ zu. Kurz nach ihrem größten Glanze verschwindet sie in den Strahlen der Sonne, da sie selbst umkehrt (siehe Feld $11^1/_2{}^h$), die Sonne ihr aber näher rückt.

Mars (Feld $2^1/_2{}^h$ bis $3^3/_4{}^h$) ist zuletzt schon $6^1/_2$ Stunden lang sichtbar. Er steht am 17. August um 5^h morgens 22° nördlich vom Saturn; vier Stunden später geht der Mond 4° nördlich an ihm vorbei. Diese Konjunktion findet gerade auf der Grenze zwischen Stier und Widder unweit der Plejaden statt (siehe Feld 3^h bis 4^h). Aitken hat neuerdings den Äquatorialdurchmesser vom Mars 7034 km und den Polardurchmesser 6252 km groß gefunden, was eine Abplattung von 1 : 100 bedeuten würde. Die Umlaufszeit der beiden Marsmonde beträgt 7^h 39^m $13^s,8$ (Phobos) und 30^h 7^m $54^s,9$ (Deimos). Sie werden im Monat November, wenn der Mars der Erde am nächsten steht, in einer Entfernung von 25″ (Phobus) und 62″ (Deimos) und unter einem Positionswinkel von 53° vom Mars aufzufinden sein, sodaß es dann möglich sein wird, sie mit großen Fernrohren zu photographieren.

Jupiter (Feld $14^1/_4{}^h$ bis $14^1/_2{}^h$) ist am Ende des Monats nur noch eine Stunde lang vor seinem Untergange am Westhimmel zu sehen, sein Durchmesser nimmt von 35″,2 auf 32″,5 ab; er rückt aus dem Sternbild der Jungfrau in das der Wage und steht am 1. und 29. August in Konjunktion mit dem Monde.

Saturn (Feld $3^1/_4{}^h$) ist anfangs nur $3^1/_2$ Stunden, zuletzt aber fast 7 Stunden lang sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 16″,8 auf 17″,7 zu. Er bildet am 17. August eine interessante Konstellation mit dem Mars und dem Monde (Feld $3^1/_4{}^h$).

Uranus (Feld 20^h) ist während der ganzen Nacht im Schützen zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt 3″,6.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) steht während des ganzen Monats der Sonne zu nahe, um beobachtet werden zu können.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Aug. 1. 8^h abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 11. 10^h vormittags Venus im größten Glanze.
- 13. 10^h vormittags Merkur in seiner größten östlichen Abweichung (27° 25′).
- 17. 5^h morgens Mars 22° nördlich von Saturn.
- 17. 9^h morgens Mars und Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 5^h nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 26. 1^h morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 11^h vormittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.

Bücherschau.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Münch, Dr. Peter, Lehrbuch der Physik. In zwei Teilen neu bearb. von Dr. Heinrich Lüdtke, Prof. am Reform-Realgymnasium zu Altona. 1. Teil: Vorbereitender Lehrgang. Mit einem Anhange: Von den chemischen Erscheinungen. 12. verb. Aufl. Mit 213 in den Text gedruckten Abbildungen. Gr. 8° (12, 182 S.). Freiburg im Br., Herdersche Verlagsbuchhandlung 1911. M. 2,—; geb. in Leinwand M. 2,50.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1909. Aachen. Hersg. im Auftrage der Stadtverwaltung von P. Polis, Direktor, Jg. 15. Karlsruhe, in Kommissionsverlag der G. Braunschen Hofdruckerei 1911.

Rudolph, Prof. Dr. H., Die Stellung der Physik und Naturphilosophie zur Weltätherfrage. Berlin, Allgemeine medizinische Verlagsanstalt, G. m. b. H., 1911, brosch. 0,80 M.

Brester, J., A. Du Soleil et de ses Rayons Beta et Gamma qui causent nos Aurores polaires, les Protubérances et la Couronne solaire et les Queues des Comètes. La Haye, W. P. Van Stockum et Fils, 1911.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 20. Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow. **1911 (Zweites Juliheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.— Bei Wiederholungen Rabatt. - Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Drei Aufsätze von Heinrich Schwabe aus dem Jahre 1852 über Saturn, die veränderlichen Sterne und die kleinen Planeten.

Von Dr. F. S Archenhold.

Aus dem Nachlasse des Hofapothekers Heinrich Schwabe in Dessau erhielt unsere Sternwarte durch die freundliche Vermittlung unseres Mitglieds, Seiner Hoheit Prinz Aribert von Anhalt, drei Manuskripte, die ich im folgenden veröffentliche, da insbesonders die Zeichnung des Saturns auch heute noch nicht des Interesses entbehrt. Schwabe kann als ein leuchtendes Beispiel dafür hingestellt werden, was ein Laie auf dem Gebiete der Astronomie zu leisten vermag, wenn er es versteht, für sein Fernrohr erreichbare Beobachtungsobjekte auszuwählen.

Wir verdanken Heinrich Schwabe die Entdeckung der zehnjährigen Periode der Sonnenflecken, der Exzentrizität des Saturnringes und interessante Beobachtungen über die physische Beschaffenheit des Halley'schen Kometen im Jahre 1835. Wegen der Entdeckung der Sonnenfleckenperiode wurde Schwabe im Jahre 1857 von der Kgl. Astronomischen Gesellschaft zu London die goldene Medaille verliehen. Bei dieser Gelegenheit hob der Präsident mit Recht hervor, daß es schon von großem Mute gezeugt hätte, sich ein Arbeitsgebiet zu wählen, welches bis dahin nicht nur vernachlässigt wurde, sondern welches nach Aussagen von Cassini, Lalande, Delambre und vielen anderen maßgebenden Gelehrten gar keine Aussicht auf erfolgreiche Bearbeitung bot. Allen damaligen Beobachtern erschien die Zahl sowohl wie die Form der Sonnenflecke regellos. Daher zögerte Schwabe auch sehr lange mit der Veröffentlichung seiner Entdeckung. Er zählte vom Jahre 1826 bis 1843 die Sonnenfleckengruppen fast täglich und wagte dann auch nur schüchtern darauf hinzuweisen, daß ein Vergleich der Zahl der Gruppen in den verschiedenen Jahren

ergibt, daß alle 5 Jahre eine große Zahl solcher Flecken (Maximum) eintritt und nach weiteren 5 Jahren die Sonne fast frei von Flecken ist (Minimum). Es ist bemerkenswert, daß von dieser Entdeckung auch dann noch keine Notiz genommen wurde, als im Jahre 1844 und in den folgenden die Periodizität der Sonnenflecken durch weitere Beobachtungen Schwabes bestätigt wurde. Nur Julius Schmidt nahm ähnliche Beobachtungen auf; aber erst dadurch, daß Alexander von Humboldt im Jahre 1851 im dritten Bande des „Kosmos" die Aufmerksamkeit auf die Schwabe'sche Entdeckung lenkte, fand sie Beachtung größerer Kreise. Rudolf Wolf in Zürich sammelte alsbald die gesamten Beobachtungen der Sonnenflecke seit Entdeckung des Fernrohrs (1610) und konnte an dieser großen Zahl von Sonnenfleckenzeichnungen die Periodizität bestätigen; nur fand er statt der Schwabe'schen 10jährigen Periode eine solche von 11 Jahren.

Heute nimmt die Beobachtung der Sonnenflecke nicht nur im Arbeitsprogramm der Greenwicher Sternwarte einen großen Raum ein, sondern es sind viele Sonnenwarten begründet worden, um den Zusammenhang von Sonnenflecken mit anderen Erscheinungen, insbesonders mit erdmagnetischen und atmosphärischen, wie Nordlichtern usw., aufzuklären.

Erst in jüngster Zeit ist man auch auf einen Zusammenhang der Sonnenflecken mit der Gestalt der Korona aufmerksam geworden. In den Jahren der Sonnenfleckenminima ist die Korona zumeist in der Richtung des Sonnenäquators mehrere Millionen Kilometer weit zu verfolgen, während sie zusammenschrumpft und sich gleichmäßig um den Sonnenkörper verteilt, wenn ein Maximum von Sonnenflecken vorhanden ist.[1]) Da wir die Sonnenkorona nur während einer totalen Sonnenfinsternis zu Gesicht bekommen und eine solche verhältnismäßig selten und nur während weniger Minuten zu beobachten ist — haben wir doch in den letzten 20 Jahren durch Expeditionen im ganzen nur $^1/_2$ Stunde Gelegenheit gehabt, die Korona zu beobachten bezw. zu photographieren, — so ist es nicht verwunderlich, daß dieser Zusammenhang erst so spät entdeckt worden ist. Es ist auch sicher, daß sich die Koronastrahlen in Wirklichkeit viel weiter in den Raum hinein erstrecken, als wir sie wahrnehmen, so daß es nicht unmöglich ist, daß sie zu Zeiten der Sonnenfleckenminima bis zur Erde reichen und auf diese Weise einen direkten Einfluß auf manche Erscheinungen der Erde gewinnen können.

Aus der Verfolgung der Sonnenflecke ergab sich nicht nur die allgemeine Rotationsdauer der Sonne zu 25 Tagen, sondern auch die interessante Tatsache, daß die Teile in der Nähe des Äquators schneller rotieren als in der Nähe des Pols, so daß damit die alte Herschel'sche Annahme von dem festen Sonnenkörper für immer umgestoßen wurde.

Heinrich Schwabe hat sein ganzes Leben in Dessau zugebracht. Er ist am 25. Oktober 1789 geboren und am 11. April 1875 verstorben. Neben seinen größeren Arbeiten hat er noch zahlreiche Notizen über Nebensonnen, Nordlichter, Eisblumen, Bildung von Tau und Höhenrauch und regelmäßige meteorologische Beobachtungen veröffentlicht. Seine botanischen Studien hat er in seiner „Flora von Anhalt" (1865) zusammengefaßt. Wie weit die astronomischen

[1]) Vgl. die Abbildungen der Korona während der totalen Sonnenfinsternisse von 1900 und 1905. „Weltall" Jg. 1 S. 40/41: F. S. Archenhold, Die Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 28. Mai 1900 in Bouzareah bei Algier, und Jg. 5 S. 415: F. S. Archenhold, Vorläufige Mitteilung über unsere Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905 in Burgos.



Interessen Schwabes reichen, mögen die hier folgenden Abdrucke der drei Manuskripte über Saturn, veränderliche Sterne und kleine Planeten dartun. Sie geben uns auch ein Bild von den Kenntnissen, die im Jahre 1852 über diese drei verschiedenen Gebiete vorhanden waren.

Der dunkele Ring des Saturn.

(20. April 1852.)

Nachdem Dominikus Cassini 1671 die erste Spur des Saturn-Ringes und William Herschel seine große Theilung entdeckt hatten, so gelang das erst 1837 Encke durch die wesentlichen Verbesserungen der Fernrohre eine zweite Theilung auf dem äußern Ringe wahrzunehmen, so daß der helle Ring als ein dreifacher angesehen werden muß. Die Herschelsche Theilung, die früher nur mit den besten Instrumenten gesehen werden konnte, stellt sich jetzt in einem $3^1/_2$ f. Fernrohr von Fraunhofer ziemlich deutlich dar und mit meinem 6 ff. 216, 288, 324 u. 360 m. V. kann ich nicht nur diese mit der größten Schärfe, sondern auch die bei weitem feinere Enckesche, diese jedoch nur als eine feine Linie in den Enden der Nasen, erkennen. Die nähere Beschreibung dieser drei Ringe wird die beiliegende Zeichnung hinreichend erläutern und ich erwähne hierbei nur die Resultate der neusten Messungen ihrer Dimensionen.

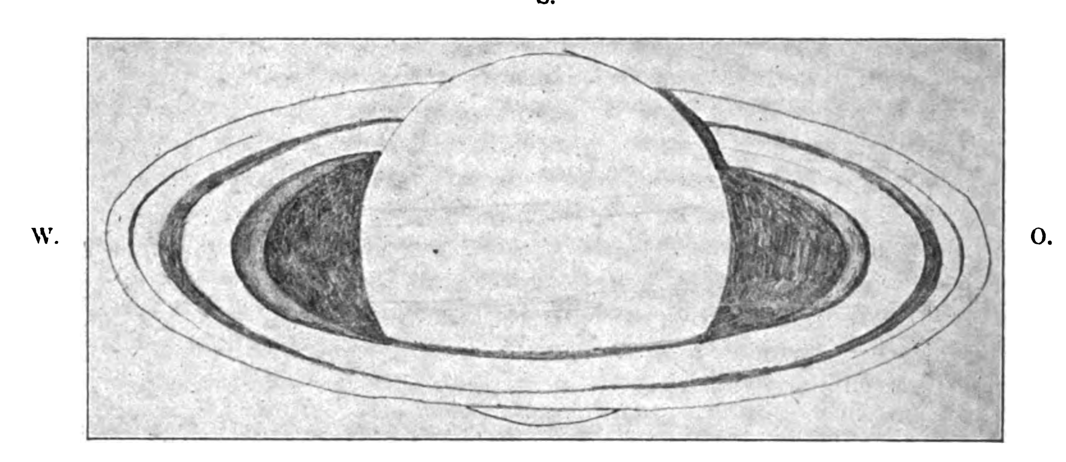
Der äußerste Ring mit Inbegriff der Enckeschen Theilung hat eine Breite von 1927 Meilen, die Theilungslinie selbst kann ihrer Feinheit wegen auf 129 Meilen Breite nur geschätzt werden, da bei der Enfernung des Saturn schon 800 Meilen nur eine Secunde groß erscheinen und folglich eine Messung nicht angewendet werden kann. Der zweite Ring ist 3722 Meilen und die zwischen beiden befindliche Trennung 387, der ganze helle Ring mithin 6074 Meilen breit. Seine Dicke ist so gering, daß sie nach einer Schätzung kaum 100 Meilen betragen kann.

Im Jahre 1851 wurde vom Lord Rosse und dem Astronom Lassell mit einem 50 füß. Spiegelteleskop noch ein vierter Ring bemerkt, der sich zwischen dem alten dreifachen und der Kugel befindet. Ich habe bis jetzt keine wissenschaftliche Nachricht von der genauern Beschreibung gefunden und ich muß mich daher auf meine eigenen Beobachtungen beschränken, die freilich nur mit einem 6 f. Fraunhoferschen doch vorzüglich guten Fernrohr gemacht werden konnten. Schon im Jahre 1826, wo ich mit meinem $3^1/_2$ ff. 168 m. V. die Excentricität der Kugel im Ringe entdeckte, bemerkte ich zugleich, daß die dunkeln Zwischenräume zu beiden Seiten der Kugel, bei ihrer veränderlichen Größe auch eine verschiedene Schwärze zeigten, und daß namentlich am häufigsten der westliche Zwischenraum eine geringere Schwärze hatte als der östliche; ich machte dieses in unsern Zeitschriften, bei denen ich Mitarbeiter war, z. B. in Kastners Archiv, Schweigger-Seidtls Journal und den Astronomischen Nachrichten bekannt; diese Beobachtungen blieben jedoch ohne alle Beachtung bis zur Entdeckung des dunkeln Ringes und nun zeigt es sich, daß meine frühere Beobachtung nicht nur mit dem Dasein dieses Ringes, sondern auch mit meiner folgenden Beobachtung, daß er in der westlichen Nase deutlicher hervortritt, recht gut übereinstimmt.

Am 10. October 1851 bemerkte ich diesen dunkeln Ring, den die Entdecker sehr ungeeignet Schleier nennen, zum erstenmal mit großer Deutlichkeit in meinem 6 ff. 288 m. V.; ich benutzte eine der wenigen günstigen Abende des

Herbstes und Winters zu genauern Beobachtungen, deren Resultat ich hier mittheile.

Der dunkele Ring erscheint in einem sehr matten Lichte und in Gestalt einer Wulst oder eines Walles, an dem innern Rande des innersten hellen Ringes, sein schwaches Licht verliert sich so wohl nach der Kugel als auch nach dem hellen Ringe zu in die dunkelste Schwärze. In der westlichen Nase sehe ich ihn stets etwas breiter und deutlicher als in der östlichen, jedoch treten oft Änderungen hierin ein, die ich mit der größern oder geringern günstigen Beschaffenheit unserer Atmosphäre nicht vereinbar finde. Am gewöhnlichsten scheint er mir bei der westlichen Nase ungefär den dritten Theil des dunkeln Zwischenraumes in der Breite einzunehmen, da nun dieser ungefär 3600 Meilen beträgt, so würde der dunkele Ring hier ungefär 1200 breit sein



Eine wirkliche Messung war wegen der verwaschenen Grenzen unmöglich. Seine Veränderlichkeit, wenn sie sich bestätigen sollte, vorzüglich aber seine geringe Lichtstärke deutet darauf hin, daß das Material, woraus es besteht, nie anders als das des hellen Ringes sein muß und daß dieser letzte durch seinen starken Glanz, welcher den des Ringes übertrifft und durch die schwarzen scharfen Schatten, die er auf die Kugel wirft und von ihr empfängt, auf ein nasses Material hinweist, während der des dunkeln Ringes nur eine wolkenartige Masse anzudeuten scheint. Diese Vermuthungen gründen sich allerdings nur auf Analogien, die jedoch dadurch einigen Werth erhalten, daß der vollständigste Beweis geführt werden kann, daß der Ring den Gesetzen der Schwere unterliegt und daß folglich auch sein Material dem unserer Erde ähnlich sein muß. Wie weit diese Ähnlichkeit geht, läßt sich freilich nicht darthun. I. F. H. Schwabe.

Über die veränderlichen Sterne.

(14. Juli 1852.)

Unter diesem Namen begreift man diejenigen Fixsterne, welche einen veränderlichen Glanz oder da man bis jetzt nur nach dem Glanze die scheinbare Größe bestimmt, eine veränderliche Größe zeigen. Bis jetzt sind nur 18 Sterne bekannt, welche diese Veränderlichkeit haben und von diesen wenigen

sind nur folgende theils wegen der genauen Bestimmung ihrer Periode, theils wegen der Auffälligkeit ihrer Erscheinung bemerkenswerth.

1. Algol (β-Persei): Im Kopf der Medusa. Von allen andern veränderlichen Sternen unterscheidet er sich dadurch, daß er fast die ganze Periode hindurch in ungeschwächtem Glanze leuchtet und nur 8 Stunden lang eine Verdunkelung erleidet. Die Abnahme währt 4 Stunden, das kleinste Licht etwa 18 Minuten und die Zunahme abermals nahe 4 Stunden. Seine Periode wurde von Wurm bestimmt und scheint selbst in den Sekunden sicher, sie beträgt 2 Tage 20 Stunden 48 Minuten und 57,9 Sekunden, so daß er jährlich 127 Perioden durchmacht. Er ist ein Stern zweiter Größe und bleibt im seinem schwächsten Licht noch sichtbar.

2. Mira Ceti (o Ceti, im Kopf des Walfisches). In seinem Maximo erreicht er bald die 2'. bald die 3'. Größe und nimmt bis zur 11'. ab, d. h. er wird dem unbewaffneten Auge unsichtbar. Er behält stets ein röthliches Licht und hat einen kleinen Begleiter, 11'. Größe, dessen Licht unveränderlich ist. Seine Periode währt 332,04 Tage. Er braucht 40 Tage um von der 6'. Größe, wo er dem unbewaffneten Auge sichtbar wird, bis zu seinem Maximum zu wachsen, hingegen 66 Tage um wieder bis zur 6'. Größe abzunehmen. Da seine Periode vom Erdjahre nicht sehr abweicht, so kann er einige Jahre nacheinander dem bloßen Auge unsichtbar bleiben; denn vom April bis Juli ist er der Nähe der Sonne wegen unsichtbar, was 3 bis 4 Jahre nacheinander geschieht.

3. Ras algethi (α-Herculis). Seine Veränderlichkeit ist nur gering, er nimmt von der 3'. bis 4'. Größe ab. Seine Abnahme währt 52, seine Zunahme 43 Tage. Seine Periode beträgt 95 Tage. Dieser rothe Doppelstern hat einen blauen Begleiter, der ebenfalls veränderlich ist. Zu Herschels Zeit nahm er 39 Tage zu und 22 ab.

4. η-Aquilae. Seine Periode beträgt $7^t\ 4^h\ 13'\ 30''$. Theilt man diese nach 4 Phasen ein, nämlich: kleinstes Licht, mittleres im Zunehmen, größtes, mittleres im Abnehmen, so findet sich, daß die von der 3'. zur 4'. Phase 80 Stunden, während jeder der übrigen 3 Zeiträume 31 Stunden beträgt.

Bei den meisten dieser Sterne scheint die Veränderlichkeit selbst wieder veränderlich, daß die Zunahme schneller als die Abnahme erfolgt und daß, Algol ausgenommen, alle veränderlichen Sterne in ihrem Minimo längere Zeit verweilen als in ihrem Maximo.

Hierher gehören nun noch einige plötzlich erschienene und meist wieder verschwundene Sterne.

1. Im Jahre 1572 sah Tycho in der Cassiopeia einen überaus hellen Stern, auf den er durch einen Zusammenlauf des erstaunten Volkes aufmerksam gemacht wurde. Er übertraf an Glanz alle Fixsterne, selbst Venus, so daß er recht gut bei Sonnenschein gesehen werden konnte. Im folgenden Jahre nahm sein Licht ab und 1574 verschwand er ganz und ist mit den später entdeckten und selbst mit den jetzigen besten Fernrohren ist diesem Stern nicht wieder aufzufinden. In derselben Gegend soll 1260 und 945 ein neuer Stern erschienen sein, was eine Periode von 315 und 312 Jahre wahrscheinlich macht.

Im Jahre 1600 sah Kepler im Schwan einen neuen Stern 1'. Größe. Nachdem er 19 Jahre lang unverändert nach Art und Glanz beobachtet wurde, nahm er plötzlich ab und verschwand 1621. Cassini und Hevel sahen ihn 1655 wieder als einen Stern 3'. Größe, er nahm dann bis zur 6'. Größe ab, worin er bis jetzt beharrt.

Kepler sah 1601 im Fuße des Ophiuchus einen neuen Stern, der heller als alle Sterne 1'. Größe wurde, der aber schon 1605 spurlos verschwand.

Im Jahre 1670 entdeckte Anthelm am Kopfe des Fuchs einen neuen Stern 3'. Größe, er und Hevel beobachteten ihn von Juni bis August, wo er verschwand. Im März 1671 zeigte er sich als Stern 4'. Größe wieder, verschwand dann aber für immer.

John Herschel sah 1837 December 15. am Cap. d. g. H. den Stern η-Argo, der bis zum November 1837 als ein Stern 2. Größe unverändert geblieben war, unerwartet in der ersten Größe. Bis zur Mitte des Januar 1838 nahm er an Glanz beständig zu, so daß er α-Centauri gleich kam und Arctur übertraf. Bald darauf nahm er wieder ab.

Zur Erklärung der erwähnten Erscheinungen sind zwei Hypothesen aufgestellt, die deswegen einige Wahrscheinlichkeit für sich haben, weil sie in unserm Sonnensystem durch Revolutions- und Rotations-Bewegung Analogien finden. Bei der ersten muß man sich vorstellen, daß der Fixstern nur von einer Seite, vielleicht nur von einem Punkt seiner Oberfläche aus ein starkes Licht ausströmt, während die übrigen Theile entweder sehr schwach oder gar nicht leuchten. Wo die Veränderlichkeit nur gering ist, kann man auch annehmen, daß die eine Seite blos mit zahlreicheren Flecken, gleich denen unserer Sonne, besetzt ist als die andere. Sind diese Flecken in sich selbst veränderlich, so kommt nur eine schwankende oder gar keine bestimmte Periode heraus. Bei der zweiten Hypothese muß man annehmen, daß ein oder mehrere Trabanten sich in einer Ebene bewegen, welche durch unser Sonnensystem geht und daß ihre Größe sehr beträchtlich ist. Dem Gesetze der Schwere würde es sogar nicht entgegen sein, wenn das Volumen eines umlaufenden Körpers größer als das der centralen wäre, weil die Masse des letztern weit überwiegend sein könnte. Auch könnte der Fall gedacht werden, daß ein selbstleuchtender Körper um einen größeren dunkelen centralen seine Bahn beschriebe. Eine dritte Hypothese, welche die Erklärung der Veränderlichkeit erklären soll, ist zwar dadurch aufgestellt, daß der Stern eine Linsenform habe und so rotire, daß die Kante mit der breiten Fläche der Linse abwechsele. Allein hierzu findet sich keine Analogie, so daß die Hypothese wohl möglich, aber nicht wahrscheinlich wäre.

Die erste Hypothese dürfte bei den meisten periodisch veränderlichen Sternen die angemessenste sein, wobei die oft beträchtlich schnellere Zunahme des Lichtes gegen die Abnahme desselben nicht erklärt. Die zweite scheint bei Algol am nächsten zu kommen; ist sie die richtige, so beobachten wir alle 69 Stunden eine Algolfinsternis, bewirkt durch einen dunkeln Körper der etwa 8 Stunden gebraucht, um in seiner Bahn eine Strecke zurückzulegen, welche der Summe seines eigenen und des Algoldurchmessers gleich ist. Die schnell erschienenen und schnell für immer verschwundenen Körper lassen sich nach diesen beiden Hypothesen schwieriger oder nicht erklären; das Auflodern in Flammen würde nur eine sehr gezwungene Erklärung sein. I. F. H. Schwabe.

Über die 18 kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter.

(14. Juli 1852.)

Obgleich ich schon mehrere Vorträge über dieses Thema und namentlich vor kurzer Zeit gehalten habe, so hat man doch in dieser kurzen Zeit nicht nur wieder drei neue hierzugehörige Planeten entdeckt, sondern auch die Elemente

der meisten verbessert, wodurch ich auf ein Resultat kam, das ich in meinen letzten Vorträgen über diese merkwürdigen Weltkörper schon dadurch ausdrückte, daß man sie in zwei Hauptgruppen eintheilen könnte, von denen die erste die kleinen Planeten enthält, welche dem Mars näher stehen und die zweite aber nur zwei begreift, welche sich dem Jupiter mehr nähern. Die verbesserten Bahnelemente und die hinzugekommenen Planeten widersprechen der obigen Eintheilung in zwei Gruppen nicht, sondern berichtigen sie besser, aber von einem andern Gesichtspunkte aus, der mir bei der jetzigen Zusammenstellung dieser 18 Planeten als sehr merkwürdig aufgefallen ist. Mir waren von jeher die höchst sonderbaren Verschlingungen ihrer Bahnen bemerkenswerth, vorzüglich aus dem Grunde, daß die großen Störungen, die sie gegenseitig auf sich ausüben, in ihren Bahnen große Unregelmäßigkeiten verursachen, die aber sich als notwendig zu ihrer Erhaltung herausstellen und zu der Entdeckung führen, daß die Bahnen theils sich ganz einfach umschließen, theils in einander eingreifen. Hierauf gründe ich nun die Modifikation der schon früheren Einteilung in zwei Hauptgruppen.

Stellt man sich nämlich die Bahnen dieser kleinen Planeten materiell, z. B. aus Draht konstruirt, vor, so findet sich, daß diese Drahtbahnen theilweis wie Glieder einer Kette zusammenhängen und keins heraus genommen werden kann, ohne daß sie nicht eins oder mehrere mit sich fortreißt. Durch Rechnung kann ich dieses nur bei 15 Bahnen nachweisen, weil die Bahnelemente der Thetis und Psyche noch zu unvollständig und die erst vor einigen Tagen aufgefundenen noch unbenannten Planeten gar nicht bekannt sind.

Juno greift ein in: Hebe, Pallas, Egeria, Parthenope, Asträa, Metis, Vesta, Victoria, Ceres, Eunomia, Irene,
ist isolirt von: Hygiea, Iris, Flora.

Iris greift ein in: Flora, Metis, Vesta, Irene, Hebe, Parthenope, Victoria, Egeria, Pallas, Hygiea,
ist isolirt von: Juno, Ceres, Asträa, Eunomia.

Victoria greift ein in: Juno, Hebe, Egeria, Pallas, Parthenope, Asträa, Iris, Metis, Flora, Vesta,
ist isolirt von: Eunomia, Irene, Ceres, Hygiea.

Asträa greift ein in: Flora, Vesta, Metis, Irene, Juno, Hebe, Victoria, Eunomia, Egeria, Parthenope,
ist isolirt von: Ceres, Iris, Pallas, Hygiea.

Hebe greift ein in: Egeria, Pallas, Asträa, Juno, Iris, Vesta, Victoria, Ceres, Irene,
ist isolirt von: Hygiea, Parthenope, Flora, Eunomia.

Parthonope greift ein in: Asträa, Flora, Vesta, Irene, Iris, Juno, Victoria, Eunomia, Pallas,
ist isolirt von: Metis, Ceres, Hebe, Egeria, Hygiea.

Metis greift ein in: Flora, Vesta, Egeria, Victoria, Hebe, Juno, Pallas, Asträa, Iris,
ist isolirt von: Irene, Ceres, Eunomia, Hygiea, Parthenope.

Flora greift ein in: Vesta, Irene, Victoria, Egeria, Pallas, Parthenope, Asträa, Iris, Metis,
ist isolirt von: Ceres, Hebe, Juno, Eunomia, Hygiea.

Vesta greift ein in: Hebe, Juno, Victoria, Eunomia, Parthenope, Asträa, Iris, Metis, Flora,
ist isolirt von: Irene, Ceres, Egeria, Pallas, Hygiea.

Irene greift ein in: Ceres, Hebe, Egeria, Juno, Pallas, Parthenope, Asträa, Iris, Flora,
ist isolirt von: Eunomia, Hygiea, Metis, Vesta, Victoria.

Egeria greift ein in: Asträa, Iris, Metis, Flora, Victoria, Juno, Hebe, Eunomia, Irene,
ist isolirt von: Pallas, Hygiea, Parthenope, Vesta, Ceres.

Pallas greift ein in: Parthenope, Iris, Metis, Flora, Victoria, Juno, Hebe, Eunomia, Irene,
ist isolirt von: Hygiea, Asträa, Vesta, Ceres, Egeria.

Eunomia greift ein in: Juno, Egeria, Pallas, Vesta, Parthenope, Asträa,
ist isolirt von: Hebe, Hygiea, Iris, Metis, Flora, Victoria, Irene, Ceres.

Ceres greift ein in: Hebe, Juno,
ist isolirt von: Egeria, Eunomia, Pallas, Hygiea, Parthenope, Asträa, Iris, Metis, Flora, Vesta, Victoria, Irene.

Hygiea greift ein in: Iris,
ist isolirt von: Victoria, Eunomia, Parthenope, Asträa, Metis, Flora, Vesta, Irene, Ceres, Juno, Hebe, Egeria, Pallas.

I. F. H. Schwabe.



Die Exlibris in der „Selenographia“ des Hevelius der Bibliothek der Treptow-Sternwarte.

(Ergänzungen zu 1911, S. 216 ff.)

Von Dr. Stephan Kekule von Stradonitz.

Außer dem Super-Exlibris (Außenpressung), das ich a. a. O. beschrieben habe, ist der Einband des Exemplares der „Selenographia“, auf dessen Besitz die Bibliothek der Treptow-Sternwarte stolz sein kann, auf dem Innendeckel noch mit zwei Exlibris (Bucheignerzeichen) ausgestattet, deren Bestimmung einigermaßen schwierig war, weil es sich um die Exlibris englischer Besitzer handelt.

Infolge des äußerst dürftigen Bestandes an englischen genealogisch-heraldischen Nachschlagewerken in den großen öffentlichen Bibliotheken Berlins gelang mir die Bestimmung hier am Ort nur teilweise und ich mußte mich erst nach England wenden. Mein verehrter Freund und Fachgenosse Charles von Hofmann in London (Sohn des berühmten Chemikers August Wilhelm v. H., der seinerseits mit meinem Vater befreundet war), hat mir geholfen, und ich bin nunmehr in der Lage, ein sicheres Ergebnis vorzulegen.

Das erste der beiden Exlibris (siehe die Abbildung 1) kennzeichnet sich durch die Unterschrift als dasjenige eines John Putland. Durch das Wappen gelang es unschwer, nicht nur den Namen, sondern auch die Persönlichkeit festzustellen.

Es handelt sich um John Putland, einem Irischen Gentleman, wohnhaft in Dublin, geboren 1709, vermählt am 22. Juli 1738 mit Katharina, des Sir Emanuel Moore, Baronet, Tochter und Erbin. Mr. Putland starb im Jahre 1773.

Der Sitz der Familie war später Bray Head, Co. Wicklow. (Burke, History of the Landed Gentry of Great Britain and Ireland, 9. Aufl., London 1898, Bd. II, S. 379 des Teiles „Irland“.)

Da Burke a. a. O. das Wappen nicht beschreibt, kann man annehmen, daß es sich um ein wenig bekanntes Exlibris handelt.



Abb. 1.

Das Wappen zeigt im blauen Felde einen Schrägbalken, begleitet von zwei sogenannten Sporenrädern, die ohne Zweifel silbern sind. Der Schrägbalken ist golden und mit drei eigentümlichen Figuren belegt, die der Bestimmung spotten. Sie stellen augenscheinlich ein altes Gerät dar, aber welches? Der Schrägbalken hat übrigens auch „gewellte“ und nicht gerade Ränder. Der „Crest“ auf dem Schilde ist durch ein Elefantenhaupt gebildet. Die Wappendevise lautet: „Deus astra regit“.

Das zweite der beiden Exlibris (siehe die Abbildung 2) ist nach der ganzen Art der Zeichnung das zeitlich jüngere. Seine vier Felder (von denen je das 1. und 4. sowie das 2. und 3. unter sich gleich sind) und zwei Helme erwecken auf den ersten Blick die Vermutung, daß es sich um die Verbindung des Wappens von zwei Geschlechtern handelt. Den ersten Bestandteil dieses Doppelwappens (1. und 4. Feld): mit dem „geschachten“ Schrägbalken und den beiden Querbalken darunter, mit dem Bären als „Crest“, gelang es leicht, als das Wappen des Geschlechtes Lee of Hartwell zu ermitteln. Den zweiten Bestandteil (2. und 3. Feld) ergaben die Ermittelungen meines Freundes Charles von Hofmann als das Wappen der Familie Fiott. Das der „Landed Gentry of Great Britain“ angehörige Geschlecht „Lee of Hartwell“ findet sich bei Burke a a.O., Bd. I, S. 879 behandelt. Aus diesem Geschlechte stammte William Lee, † 1776, dessen Tochter Harriet sich mit John Fiott vermählte. William Lee war der Sohn von Sir William Lee, Lord-Oberrichter von England und Geh Rat, Harriet also die Enkelin dieses hervorragenden Juristen. Sir William Lee war der zweite Sohn von Sir Thomas Lee, Baronet, Harriet also dieses Baronets Urenkelin.

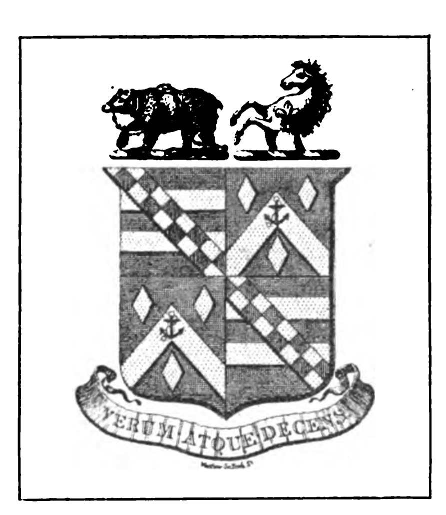


Abb. 2.

Harriet Lee hatte von ihrem Gemahle John Fiott einen Sohn; John Fiott, geb. 1783, April 28. Dieser, Dr. der Rechte und Friedensrichter, John Fiott nahm infolge Testamentes seines Mutterbruders William Lee zunächst den Namen Lee an und erbte von Sir George Lee, Baronet, dem 6. und letzten Baronet aus dem Geschlechte, im Jahre 1827 auch die große Besitzung Hartwell. Infolge beider Umstände nahm er zu dem Wappen Fiott auch das Wappen Lee an und verband beide in folgender Form:

1. und 4. Feld: Lee. Im Schilde zwei goldene Querbalken in Blau, darüber ein von Gold und Rot „geschachter“ Schrägbalken. Crest: ein schreitender schwarzer Bär mit silbernem Maulkorb und silberner Kette daran, die sich über den Rücken schlingt.

2. und 3. Feld: Fiott. Im Schilde ein goldener „Sparren“, begleitet von drei goldenen Rauten in Blau; der Sparren an seiner Spitze belegt mit einem schwarzen Anker. Crest: ein „wachsendes“ silbernes Roß, an der Schulter mit einer gleichfarbigen, heraldischen Lilie (als Linienbeizeichen) belegt. Die Wappendevise lautet: „Verum atque decens“. John Lee alias Fiott starb 1866.

Es ist hiernach sein Exlibris, das sich in der „Selenographia“ in Treptow befindet. Es mag noch erwähnt werden, daß die Lee eine uralte Familie sind, die ihren Besitz Hartwell usw. seit 1268 in ununterbrochenem Besitz gehabt hat. —

Habent sua fata libelli!

Im vorliegenden Falle hat die Wappenkunde geholfen, den ersten Besitzer des in Rede stehenden Exemplares des seltenen Buches und die Umstände zu erkennen, in denen er es binden ließ; (s. oben, S. 216 ff.) sodann von den späteren Besitzern noch zwei. Waren diese Feststellungen zwar auch gerade nicht von sehr großer Bedeutung, so konnten sie doch den methodischen Weg zeigen, auf dem Heraldik und Genealogie zur Lösung mancher Einzelfragen herangezogen werden können. Die Darlegung dieser Methode einmal vor einem naturwissenschaftlichen Leserkreise war der Zweck dieser Zeilen.



Williamina Fleming †.

Von Amerika kommt die Nachricht, daß Frau Williamina Fleming, welche im Jahre 1857 in Dundee in Schottland geboren wurde und vor mehr als 30 Jahren zunächst als einfache Gehilfin der astronomischen Berechnungen von Pickering an der Harvard-Sternwarte in Boston beschäftigt wurde, nach längerer Krankheit am 21. Mai 1911 gestorben ist.

Professor E. Pickering hatte es verstanden, das Spektroskop und die photographische Platte bei den großen Fragen, die damals nach dem Alter und der Beschaffenheit der Sterne auftauchten, in geschickter Weise zu verwenden. Im Jahre 1882 begann Pickering in systematischer Weise den Himmel abzusuchen. Seine Arbeiten konnten aber erst in größerem Maßstabe durchgeführt werden, als ihm durch den Edelmut von Frau Henry Draper Mittel hierzu zur Verfügung gestellt wurden, die sie bis heute jährlich wieder gewährt hat. Nun konnte jede klare Nacht zu photographischen Aufnahmen verwandt werden. Nach einem von Pickering entworfenen Plane wurden Photographien gemacht, die nach ihrer Entwicklung in die Hände von Frau Fleming kamen. Ihrer glänzenden Befähigung war es vorbehalten, zu einer Zeit, als von vielen Fachgenossen diese Arbeiten mit großem Zweifel aufgenommen wurden, eine große Zahl von veränderlichen und neuen Sternen auf den Harvard-Photographien zu entdecken. Dadurch, daß ein Prisma vor das Objektiv-Glas des Teleskops gesetzt war, wurde das Licht eines jeden photographierten Sternes in ein kleines Band ausgezogen, das sofort den Spektral-Charakter verriet. Waren helle Linien sichtbar, so wurde dadurch angezeigt, daß es ein neuer Stern sein konnte. Durch Aufnahmen ohne Prismen, die zu dem Zwecke einer ständigen

Überwachung des ganzen Himmels angefertigt waren, konnte dann zumeist weiter entschieden werden, ob der Stern wirklich ein neuer war, oder ob er zu den selteneren Sternen gehört, die helle Linien enthalten.

Wenn auch zunächst die photographischen Entdeckungen Frau Flemings in den Fachkatalogen nicht aufgenommen wurden, so zweifelte sie nicht an der Realität ihrer Entdeckungen und prüfte weiter Tag für Tag mit dem vergrößernden Okular in der Hand das sich immer mehr ansammelnde Plattenmaterial. Noch zwei Wochen vor ihrem Tode hat sie einen Band Harvard-Annalen fertig stellen können, der in einer Liste alle die interessanten Objekte vereinigt, die durch besondere Spektren sich auszeichnen und auf den Harvard-Photographien von ihr aufgefunden worden sind. Hierin sind alle gasigen Nebelsterne, die helle Wasserstofflinien zeigen, Sterne des 5. Spektraltypus, veränderliche Sterne und neue Sterne vereinigt.

Schon ihre frühere Arbeit „Der Draper-Katalog der Sternspektren", der 10 351 Sternspektren enthält, fand den Beifall ihrer Fachgenossen und bleibt als erster Versuch, einen Einblick in die Beschaffenheit der Sterne zu geben, von großer Bedeutung. Williamina Fleming hat über 300 veränderliche und 10 neue Sterne aufgefunden.

Im Jahre 1897 wurde sie offiziell zum Kurator der astronomischen Photographien der Harvard-Sternwarte ernannt, wodurch sie Vorsteher der eigenartigen Bibliothek wurde, die über 200 000 photographische Platten enthält. Ihrem Organisationstalent ist es zu verdanken, daß diese gewaltige Zahl von Himmelsdokumenten in jedem Augenblick bei Bekanntwerden neuer Objekte danach befragt werden kann, welche Zeit der Stern gebraucht hat, eine gewisse Helligkeit zu erreichen und wann er zum ersten Male eine Spur auf der Platte zurückgelassen hat. Unsere Leser finden in den letzten Jahrgängen des „Weltalls" manche eingehende Beschreibung der Fleming'schen Entdeckungen.

In Anerkennung ihrer hervorragenden Leistungen wurde sie im Jahre 1906 zum Auswärtigen Mitglied der Royal Astronomical Society zu London ernannt und bald darauf auch zum Ehrenmitgliede der astronomischen Abteilung des Wellesley-College.

Ich erinnere mich stets gerne der interessanten Stunden, die ich in ihrem Reiche unter ihrer und Professor Pickerings Führung verleben durfte.

F. S. Archenhold.



Über den Sternkultus der Pani-Indianer.

Die weitreichenden Handelswege Amerikas erstrecken sich von den Äquatorialgegenden bis zu den nördlichen und südlichen Polarkreisen. Längs dieser Wege brachten die Handeltreibenden nicht nur ihre Waren, sondern auch die Kunde von Riten, Sitten, Mythen und Volkssagen, welche sich mehr oder weniger veränderten, von Stamm zu Stamm. Daher kann man wohl sagen, daß kein Stamm des westlichen Erdteils völlig abseits der anderen Stämme steht, oder unbeeinflußt in bezug auf seine Organisation, Kultur oder Volkssagen geblieben ist. Dieses Netz des Austausches, das sich über das ganze Land spannt, erschwert die Arbeiten der ethnologischen Forschung.

Als Alice C. Fletcher vor einigen 20 Jahren bei den Omaha und anderen Stämmen der Sioux-Sprachengruppe Studien machte, fand sie Anzeichen dafür,

daß der Panistamm viel zur Verbreitung gewisser Kulten unter seinen Nachbarn beigetragen habe und daß dieser Stamm die alten Zeremonien noch in allen ihren Einzelheiten besitzt. Obgleich ihr der Weg zur Beobachtung und Festlegung dieser Zeremonien zu jener Zeit durch einige alte Omahahäuptlinge, die in engen freundschaftlichen Beziehungen zu den Pani standen, geebnet schien, wurde ihr durch Umstände, die sie nicht kennen lernte, der Eintritt in das Panilager versagt. Trotzdem ist es ihr später gelungen, genaue Berichte[1]) der Zeremonien und des damit zusammenhängenden Rituels durch alte eingeweihte Panileute zu erhalten.

Die Sprache der Pani gehört dem Caddostamm an. Als die weiße Rasse dem Volke zuerst begegnete, lebte es nahe des Plattenflusses, im jetzigen Staate Nebraska. Vor ungefähr 30 Jahren zog der Stamm, der aus vier Zweigen besteht, von dort nach dem nordöstlichen Oklahoma, wo er jetzt noch lebt.

Diese Zweige bauten ihre Niederlassungen in bestimmter geographischer Beziehung zu einander. Der Skidizweig befand sich immer im Westen der anderen. Wir wollen hier eine kurze Skizze der Organisation und des Kultus dieses Zweiges geben. Der Skidizweig wurde in verschiedene Dörfer geteilt, von denen jedes heilige Symbole besaß, die in einem Schrein aufbewahrt wurden. Für jeden Schrein waren eigene Zeremonien und Riten vorgeschrieben. Die heiligen Symbole, ihr zeremonieller Gebrauch und die Weisen, die vorgetragen oder gesungen wurden, sollen nun den verschiedenen Dörfern durch ebenso viele Sterne übergeben worden sein. Der Schrein erhielt den Namen des Sternes und nach dem Schrein wurde wiederum das ganze Dorf benannt. Wenn noch ein zweiter Name im Gebrauch war, stand er entweder mit dem Inhalt des Schreins oder mit der geographischen Lage des Ortes im Zusammenhang.

Fünf Dörfer bildeten die Hauptgruppe deren Lage durch die Stellung der Sterne bestimmt wurde, die ihre Symbole waren.

Um diese Mittelgruppe lagerten sich die anderen Dörfer, jedes genau nach dem Sterne seines Schreins orientiert, so daß die Dörfer der Skidileute ein genaues Bild der Konstellation am Himmel wiedergaben.

In der Mittelgruppe hatte der Schrein des westlichen Dorfes die Führung der religiösen Riten, und zwar begannen seine Zeremonien, sobald im Frühling der erste Donner gehört wurde. Bis auf zwei nahmen alle Dörfer in einer bestimmten Reihenfolge an der Leitung der Zeremonien teil.

Der Schrein des westlichen Dorfes eröffnete nicht nur die Festlichkeiten des Jahres, sondern es wurden auch einige seiner rituellen Gesänge zu Beginn der Zeremonien der anderen Dörfer wiederholt. Der westliche Schrein hatte nichts mit Tagesangelegenheiten zu tun, oder das Volk mußte sich im tiefsten Elend befinden.

Die Zeremonien der anderen vier Hauptdörfer bezogen sich auf Angelegenheiten des Stammes, wie Jagen, Pflanzen und Ernten, die Erteilung von Ehren an Krieger und die Einsetzung von Häuptlingen. Die Führerschaft dieser Schreine wechselte nach bestimmten Gesetzen. Der des Dorfes im Nordwesten war der Leiter für das erste Jahr, d. h. für einen Winter und einen Sommer, worauf die Führung im nächsten Jahr auf das Dorf im Südosten, dann im Südwesten und zuletzt auf den Schrein des nordöstlichen Dorfes überging. Es gelangte also die Führerschaft alle 4 Jahre wieder an denselben Schrein.

[1]) Vergl. Alice C. Fletcher: Star cult among the Pawnee — a preliminary report. (American Anthropologist (N. S. Vol. 4).



So wurden nach dem indianischen Berichterstatter „die Skidis durch die Sterne organisiert, in Familien und Lager geteilt und belehrt, wie sie leben und ihre Zeremonien vollführen müßten. Die Schreine der vier führenden Dörfer wurden durch die vier Leitsterne bestimmt. Der Schrein des westlichen Dorfes stammt jedoch von Tiráwa, der über allen Sternen steht, sodaß auch dieser Schrein höher als die anderen von den Sternen gegebenen steht. Tiráwa sandte diesen Schrein durch den Stern im Westen. Der Schrein sollte jedoch nicht diesen Stern, sondern Tiráwa selbst, versinnbildlichen, der allem, was unter diesem Stern stand, die Macht verlieh, den Dingen Leben zu geben, das Volk zu regieren und ihm Wissen zu verleihen. Tiráwa, „Vater“, war zuerst mächtig über Alles und Allem, der Vater aller Dinge. Dann kamen die geringeren oder Untermächte. Diese wurden als Sterne an den Himmel versetzt. Dann wurden alle Dinge gemacht und Männer und Frauen erschaffen. Die Zeremonien der Schreine spiegeln die Schöpfungsgeschichte, die Einsetzung der Familie und die Schaffung der Riten wieder, durch welche der Mensch an seine Abhängigkeit von Tiráwa, den er um Nahrung bitten muß, erinnert wurde.“

Eine der Grundlehren dieser Zeremonien ist die Annahme des Dualismus im Weltall. Jedes Ding ist entweder männlich oder weiblich. Diese beiden Prinzipien waren für den Bestand aller Dinge nötig Der Osten war weiblich, der Westen männlich; der Süden männlich, der Norden weiblich; das obere war männlich, das untere weiblich. Daher waren alle Sterne im Osten männlich und alle Sterne im Westen weiblich. Diese Eigenschaft wurde auch auf die Schreine übertragen. Der des Westens war weiblich, ebenso auch der des nordwestlichen gelben Sterns, des ersten der Führerschaft; der nächste war der Schrein des roten männlichen Sterns im Südosten. Dann kam die Führung an den weißen weiblichen Stern im Südwesten und im nächsten Jahre ging diese auf den schwarzen männlichen Stern im Nordosten über. Diese diagonal gelegenen Sterne nannte man auch „Pare“. Die Sorge um die Schreine wurde einer Frau; die Kenntnis ihres Inhalts, ihrer Zeremonien und Riten einem Manne übertragen.

Durch die Zeremonien des Sterns im Westen ging die lebenspendende Kraft des Tiráwa-Vaters in alle lebenden Wesen über. Auf die Zeremonien dieses Sterns folgten die des Schreins, der in dem Jahre gerade die Führerschaft hatte. Im allgemeinen ging die Reihenfolge von West nach Ost und schloß mit den Zeremonien des Schreins des Morgensterns, die in einem Opfer gipfelten als Symbol für die Verbindung des Ostens und Westens, des oberen und unteren, wodurch die Dauer und Fruchtbarkeit aller lebenden Dinge gewährleistet ward.

Außer diesen 5 Hauptschreinen gab es noch mehrere, die, obwohl sie auch ihre Herkunft von Sternen ableiteten, nicht an der Führerschaft teilnahmen. Diese befaßten sich mehr mit gewöhnlichen Dingen, hatten ihre besonderen Riten mit bemerkenswerten Waffenspielen, wodurch die Pani berühmt geworden sind.

Der Einfluß des Sternkultus zeigte sich auch in dem Bau der Erdhöhlen der Pani. Der kreisförmige Flur ihrer Wohnung stellte die Erde dar und das kuppelförmige Dach den gewölbten Himmel. Die 4 Pfeiler, die das Rahmenwerk des Daches stützten, bedeuteten die 4 Sterne der führenden Lager und waren gelegentlich mit ihren vier bezüglichen Farben bemalt. Der Platz für den Schrein befand sich im Westen in Übereinstimmung mit der Stellung des westlichen Sterns.

Die hervorragenden Riten, die sich an den Bau dieser Erdhöhlen anschließen, sowie ihr mannigfaltiger Symbolismus, die Zeremonien, die sich auf andere Sterne beziehen, von denen man annahm, daß sie einen Einfluß auf das Leben des Volkes ausübten, müssen noch weiter studiert werden. Von den Sternen, die die Lage und Zeremonien der Dörfer bedingen, können die Skidi nur noch den Nordstern (welcher Zeremonien, die sich auf die Häuptlinge beziehen, verlangt), und den Morgenstern identifizieren. Die Mittelgruppe, die 4 führenden Sterne, scheinen auf die 4 Körpersterne des großen Bären zu deuten, aber wenn diese Beziehung jemals bestanden hat, scheint sie jetzt vergessen worden zu sein.

Die Tatsache, daß die Kenntnis der Sterne, welche einen so sichtbaren Einfluß ausübten, verloren gehen konnte, beweist, daß wir es hier mit den Überresten eines alten und tiefgewurzelten Kultus zu tun haben, dessen völlige Aufhellung uns noch weitere Einblicke in die Beziehungen gewähren wird, die zwischen dem Tun und Denken der Naturvölker und den Sternen bestanden.

Dr. F. S. Archenhold.



Ein neuer Komet 1911b (Kiess) ist am 6. Juli auf der Licksternwarte entdeckt worden und jetzt mit bloßem Auge sichtbar. Seine Bahn ähnelt der des Kometen 1790 I. Dieser Komet erreicht seine größte Helligkeit Mitte August und ist am Morgenhimmel jetzt mit bloßem Auge zu sehen, am besten auf der Südhalbkugel. Seine Stellung ist nach Kobold

am 3. Aug.	$\alpha = 3^h\ 49^m\ 45^s$	$\delta = +24^0\ 5',6$	9. Aug.	$\alpha = 3^h\ 12^m\ 59^s$	$\delta = +13^0\ 29',3$
5. „	40 8	+21 29,4	11. „	2 52 46	+ 7 2,7
7. „	28 15	18 6,0	13. „	25 14 —	— 2 1,6

Hiernach rückt der Komet in der Richtung von den Plejaden nach dem Saturn zu immer weiter nach Süden und wird heller.

* * *

Der Rote Fleck, der nun seit 1878 eine der markantesten Gebilde der Jupiteroberfläche bildet, hat wiederum eine sehr beträchtliche Störung erlitten. Nach den Beobachtungen des Herrn Phillips (A. N. 4498) war seine Länge im April 1911 nur 332°; der Fleck hat sich also in den letzten 10 Monaten um volle 30° verschoben. Im Aussehen des Roten Fleckes sind ebenfalls durchgreifende Änderungen eingetreten; am großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte erscheint die Gegend des Roten Fleckes mit einem braunen Schleier bedeckt.

Der Rote Fleck im Jahre 1909. In den A. N. 4509 veröffentlicht H. E. Lau seine am Zehnzöller der Kopenhagener Urania-Sternwarte während der Opposition 1909 ausgeführten Mikrometermessungen auf Jupiter.

Der berühmte Rote Fleck war nur einmal, am 19. März, als eine schwach lachsrote Ellipse im Innern der „Bai“ sichtbar. Im April konnte der Rote Fleck selbst bei guten Bildern nie erkannt werden; im Innern der „Bai“ war vielmehr ein grauer, nebeliger Streifen zu sehen. Im Mai verlor die „Bai“ ihre elliptische Gestalt. Der Beobachter bemerkte eine Einschnürung in der Mitte; an dem Westende erschien dagegen ein heller Streifen, der weit über das dunkle Material des südtropischen Streifens hinausragte. Während dieser sonderbaren Gestaltveränderungen wanderte die „Bai“ fortwährend gegen Westen; die Abnahme der Länge betrug für das Westende der „Bai“ in zwei Monaten (19. März bis 21. Mai) 10°, für das Ostende 8°.

Bei den ersten Beobachtungen des Roten Fleckes am 19. März hatte der Vorübergang des südtropischen „Schleiers“ bereits begonnen. Nach Lau's Angaben scheint ein Teil des Schleiers südlich um den Roten Fleck gegangen zu sein. Im südtropischen Streifen (in 28.°5 südl. Breite) wurden mehrere Knoten bemerkt, welche durch den Roten Fleck gegen Süden abgelenkt wurden und dann nach der Konjunktion weiter gegen Westen liefen, wo sie (nach Lau's Meinung) die auch früher gesehenen Erhebungen an der Südseite des genannten Streifens bilden.

In der hellen Zone, in welcher der Schleier liegt, wurde am 19. März an dem Westrande des Roten Fleckes eine hellbraune, rauchähnliche Masse gesehen, die jedoch die starke westliche Bewegung des Schleiers nicht teilte. Dagegen erschien am 4. Mai an derselben Stelle eine fast schwarze Masse, die sich schnell gegen Westen bewegte und dessen Westende durch einen großen hellen Fleck markiert wurde, dessen Aussehen an den früher im Kopfe des Schleiers gesehenen hellen Fleck erinnerte.

Da die dunklen Knoten auf der Südseite des Roten Fleckes nach dem Vorübergang sich nicht gegen Norden wandten, sondern weiter nach Westen liefen, können sie kaum zur Bildung der im Mai gesehenen schwarzen Masse beigetragen haben, und Lau meint daher, daß diese schwarze Masse gerade der Anfang des Schleiers ist, der nach dem Vorübergang wieder unter den grauen Wolken der „Bai" hervortaucht. Da der Schleier im Mai über 100° lang war, konnte das Ostende noch immer gemessen werden; seine tägliche Bewegung betrug — 0.°57.

Die mattweißen Wolken, welche 1905 bis 1906 in der Äquatorzone so zahlreich auftraten, fehlten 1909 gänzlich; ebenso waren die südtropischen Lichtpunkte nur schwach entwickelt.

* * *

Neue Geschwindigkeitsbestimmungen der Heliumsterne von Campbell. Bei der Bearbeitung der auf der Lick-Sternwarte gemachten Messungen von Radialgeschwindigkeiten von 1047 Sternen hat W. W. Campbell eine sehr merkwürdige Entdeckung gemacht, die er in den „Publ. of the Astron. Society of the Pacific" Vol. 23, S. 85 bis 108 veröffentlicht.

Er findet nämlich, daß die Messungen der Geschwindigkeiten der Heliumsterne mit einem konstanten Fehler von + 5 km behaftet sind. Da die Lickmessungen mit denen der übrigen Sternwarten gut übereinstimmen, muß die Ursache in den zugrunde gelegten Wellenlängen der Heliumlinien gesucht werden. Campbell meint, daß entweder die schwächeren Komponenten der Heliumlinien, die bekanntlich immer paarweise auftreten, in den Sternspektren kräftiger sind, oder daß die Heliumlinien durch hohen Druck in den Gashüllen der Sterne gegen Rot verschoben sind. Aus seinen Messungen findet Campbell z. B., daß die Hauptsterne im Orion sich im Mittel um + 22 km von der Sonne entfernen, während der große Orionnebel, der doch wohl damit physisch verbunden ist, nur + 17 km gibt. Durch diese Entdeckung Campbells werden die Hypothesen Kapteyns von der Existenz zweier „Ströme" von Heliumsternen wohl hinfällig. Dagegen findet Campbell, daß die Radialgeschwindigkeiten nicht nur der Orionsterne, sondern auch des ersten Typus in der Milchstraße größer sind als außerhalb.

Aus seinen Beobachtungen von 1047 Sternen findet Campbell als Position des Apex der Sonnenbewegung Rektasc. = 272°, Dekl. = + 28° und die Geschwindigkeit der Sonne zu rund 20 km.

* * *

Dunkle Massen im Weltraume. In No. 5 des „Transvaal Observatory Circulars" diskutiert Innes die leere Himmelsgegend um S-Coronae australis und äußert die Vermutung, daß die scheinbare Leere durch ein absorbierendes Medium, welches das Licht der Sterne verschluckt, hervorgebracht wird. Innes und Worsell finden in dieser Gegend eine Fläche von 25 Bogenminuten Durchmesser, wo in einem 9-Zöller überhaupt keine Sterne sichtbar sind. Einige Sterne in der Nachbarschaft sind von Nebel umgeben. Gerade an der Grenze dieser Gegend steht ein Sternchen, das nach Worsell, Beobachtungen von 11,0 bis 12,2 Gr. schwankt und in den Jahren 1899 bis 1901 unsichtbar war, — nach Meinung der Beobachter — wegen einer Ausdehnung des vermeintlichen dunklen Stoffes, der sich gegenwärtig von ihm zurückzieht.

* * *

Der Veränderliche S-Arae. In „Transvaal Circular" No. 5 publiziert Innes seine Beobachtungen von dem Veränderlichen S-Arae (1900,0 Rekt. $17^h\ 51^m\ 27^s$, Dekl. — 49° 25′). Innes findet, daß dieser Stern zu den „veränderlichen Sternhaufen gehört; die Periode beträgt nur $10^h\ 50^m\ 43^s$. Die Helligkeit schwankt von 8,9 bis 9,5 Grad. Im Minimum ist er 3 Stunden stationär; dann nimmt die Helligkeit plötzlich bis 8,9 zu und fällt dann langsam wieder bis 9,5.

* * *

Die inneren Schleier der Sonnenflecke. Nach Beobachtungen von Maggini am 35 cm Calverschen Spiegel der Florentiner Sternwarte entstehen die schwachen Schleier im Innern der Kerne der Sonnenflecke durch Ausbrüche von leuchtenden Streifen (jets brillants), die von der inneren Seite der Penumbra in den Kern hineinschießen und sich dort in eine Wolke auflösen. Die Kerne der Sonnenflecke (außerhalb der Schleier) findet er lila gefärbt.

* * *

Das Technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien veröffentlicht soeben einen künstlerisch ausgestatteten Aufruf, dem wir entnehmen, daß das sechzigjährige Regierungsjubiläum

Seiner Majestät des Kaiser Franz Josef I. der österreichischen Industrie den Anlaß bot, unter Mitwirkung des Staates und der Stadt Wien dieses neue Museum zu errichten. Das eine Fläche von 20 000 Quadratmetern bedeckende Museumsgebäude, dessen Grundsteinlegung am 20. Juni 1909 erfolgte, wird nun bald vollendet sein. Das Technische Museum soll die Entwicklung der industriellen und gewerblichen Arbeit und die Großtaten der Technik in geschichtlicher Reihenfolge aufzeigen; es will aber auch den technischen Leistungen unserer Zeit gerecht werden und durch periodische Fachausstellungen die Fortschritte auf diesem Gebiete fördern. Kein schweigendes Museum soll erstehen, sondern eine lebende, der Allgemeinheit gewidmete Bildungsstätte, die die wissenschaftlichen Voraussetzungen und die wirtschaftlichen Ziele der Technik laut verkündet. Ein ansehnlicher Sammlungsbestand ist bereits gesichert, denn die Einverleibung umfangreicher und wertvoller staatlicher Sammlungen, die bisher zerstreut angeordnet waren, steht unmittelbar bevor. Noch fehlen aber viele Glieder in der Kette der technischen Entwicklung, deshalb ergeht an die Vertreter der technischen Wissenschaft, der Industrie und des Gewerbes der Ruf, an dem großen Werke mitzuarbeiten und ihm bei der Beschaffung und Auswahl der Museumsobjekte ihre Unterstützung angedeihen zu lassen. Alle Gegenstände die die technische Arbeit in ihren Voraussetzungen, an ihren Mitteln und durch ihre Wirkungen zu verstehen lehren, sind als Sachspenden geeignet. Zur vorläufigen Aufbewahrung und Sichtung der einlangenden Sachspenden hat die Staatsverwaltung geräumige Hallen in der Rotunde im k. k. Prater bereit gestellt. F. S. Archenhold.

Bücherschau.

Augusto Righi, Kometen und Elektronen. Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé. 64 Seiten. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1911. Preis geh. 3 Mk.

In der vorliegenden Schrift, die wie so viele andere Werke über die Kometen ihr Erscheinen dem Auftreten des Halley'schen Kometen zu verdanken hat, legt der durch seine Leistungen auf dem Gebiete der Physik weit bekannte Verfasser seine Anschauungen über die Konstitution der Kometenschweife dar. Im wesentlichen schließt sich Righi den den Lesern dieser Zeitschrift nicht mehr fremden Auffassungen von Arrhenius an, aber er ergänzt sie in recht anregender und interessanter Weise durch Betrachtungen über die in den Kometenschweifen zweifellos sich abspielenden Vorgänge elektrischer Natur. Die Righi'sche Theorie hat sehr viel für sich, da sie sich auf Tatsachen der Experimentalphysik stützt, deren Anwendung auf die Kometen, soweit der Referent sehen kann, keinem prinzipiellen Einwande unterliegt.

Die Lektüre des Büchleins kann auch den Lesern des „Weltalls", die keine speziellen Vorkenntnisse besitzen, warm empfohlen werden.

* * *

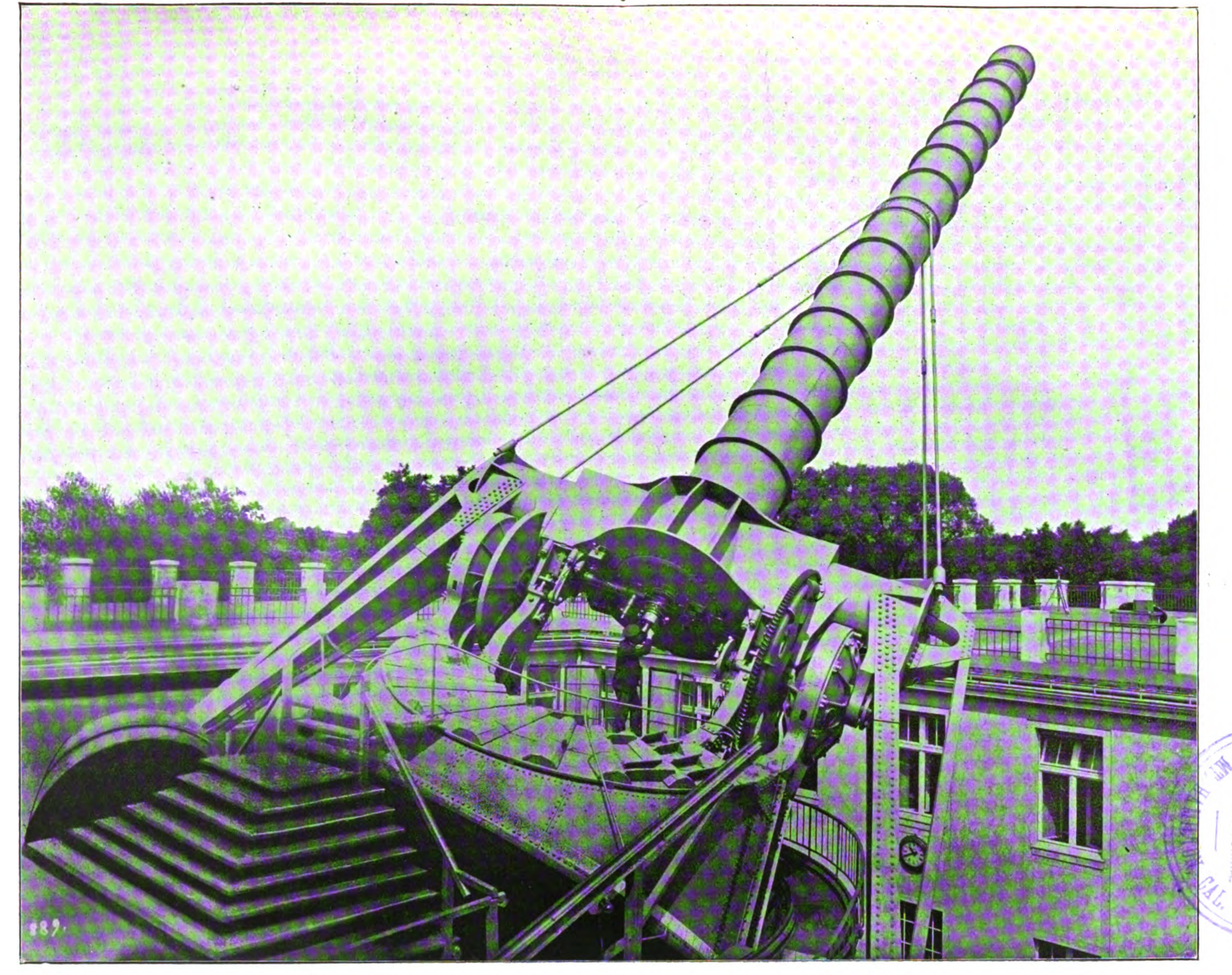
Wilhelm Ostwald, Sprache und Verkehr. Leipzig 1911, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 51 Seiten.

Vor etwas mehr als einem Jahre wurden unsere Leser (Jg. 10, S. 120) in einer Besprechung des von Couturat, Jespersen, Lorenz, Ostwald und Pfaundler unter dem Titel „Weltsprache und Wissenschaft" (Jena 1909) herausgegebenen Büchleins auf die wichtige Angelegenheit der Schaffung einer Hilfssprache „Ido" hingewiesen, die dazu bestimmt ist, den von Tag zu Tag wachsenden internationalen Verkehr zu erleichtern und damit auch zu fördern.

In der Zwischenzeit ist, besonders Dank der zielbewußten Tätigkeit von Wilhelm Ostwald, die Frage der Weltsprache wesentlich weiter entwickelt worden: Am 27. Februar 1911 hat im Großratssaale des Rathauses zu Bern in der Schweiz die Gründung eines „Verbandes zur Schaffung eines internationalen Weltsprachamtes" stattgefunden, dessen Aufgabe darin besteht, alle Vorarbeiten zu erledigen, die erforderlich sind, daß eine Staatsregierung — dies wird vermutlich die der Schweiz sein — die nötigen diplomatischen Schritte tut, um eine internationale Konferenz zusammentreten zu lassen, die sich mit der Frage der Einführung einer internationalen Hilfssprache zu befassen hätte. Die Weltsprachenangelegenheit wird also offiziell.

Die vorliegende kleine Broschüre enthält einen Vortrag, den Ostwald unmittelbar nach der Gründung des Verbandes gehalten hat, und dürfte durch die einfache und schlichte, aber immer interessante Art der Darstellung recht geeignet sein, das Interesse an der Weltsprache in immer weitere Kreise zu tragen. Werner Mecklenburg.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Das große Fernrohr der Treptow-Sternwarte und die neue Plattform.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 21 **Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.** **1911 (Erstes Augustheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.— Bei Wiederholungen Rabatt. Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über spektroskopische und visuelle Doppelsterne.

Von Dr. F. S Archenhold.

In den letzten Jahren ist eine so große Reihe von Entdeckungen auf dem Gebiete der kurzperiodischen Doppelsterne, der sogenannten spektroskopischen Doppelsterne, gemacht worden, daß es sich jetzt schon verlohnt, allgemeine Fragen aufzuwerfen nach den Verhältnissen in diesen interessanten Systemen, die in Verbindung mit den schon seit Jahrhunderten studierten weiteren Doppelsternsystemen, den sogenannten visuellen, deren einzelne Komponenten so weit von einander stehen, daß sie sich in den Fernrohren noch trennen lassen, zu Gesichtspunkten führen können, welche uns in die Bahnverhältnisse der Sternenwelten interessante Einblicke gestatten. Es besteht in bezug auf die Länge der Umlaufszeiten ein großer Unterschied zwischen den visuellen und spektroskopischen Doppelsternen. Es gehört bei den visuellen Doppelsternen zu den Ausnahmen, wenn die Umlaufsperiode einer vollen Bahn kleiner ist als 10 Jahre, und bei den spektroskopischen Doppelsternen gibt es wiederum nur wenige, deren Umlaufszeit länger als ein Jahr dauert. Die meisten spektroskopischen Doppelsterne, von denen der erste im Jahre 1889 von Edward Pickering entdeckt worden ist — es war ζ Ursae majoris — durchlaufen in wenigen Tagen ihre volle Bahn. Wenn auch bisher noch keiner der spektroskopischen Doppelsterne visuell hat getrennt werden können, — die Berichte, daß Capella in großen Fernrohren elliptisch aussähe, beziehungsweise eben noch getrennt werden könnte, haben sich nicht bestätigt, — so ist es in Zukunft nicht ausgeschlossen, daß spektroskopische Doppelsterne als visuelle bestätigt werden können, zumal die Entfernung mancher spektroskopischer Doppelsterne schon jetzt als die der Erde von der Sonne übertreffend bekannt ist.

Das System Sirius war als visueller Doppelstern mit einer Periode von 49 Jahren schon länger bekannt. Neuerdings hat sich Sirius selbst als ein



spektroskopischer Doppelstern erwiesen. Wir sehen hieraus, daß zwischen beiden Arten von Doppelsternen prinzipielle Unterschiede nicht bestehen.

Obgleich bisher keine hundert spektroskopische Doppelsternpaare bekannt sind, haben es Frank Schlesinger und Robert Baker unternommen, die Resultate nach allgemeinen Gesichtspunkten zu ordnen [1])

Im folgenden machen wir unsere Leser mit diesen Untersuchungen bekannt: Unter den 63 mit Sicherheit bestimmten spektroskopischen Doppelsternbahnen sind 11 veränderliche Sterne vom Delta Cephei Typus vertreten; das sind kurz veränderliche Sterne, bei denen die Dauer des abnehmenden Lichtes geringer als die des zunehmenden Lichtes ist. Es ist eine interessante Tatsache, daß die veränderlichen Sterne der Delta Cephei-Klasse sich alle bisher als spektroskopische Doppelsterne erwiesen haben, und die genaueren Untersuchungen haben es außer Zweifel gestellt, daß ihre Lichtveränderung in ursächlichem Zusammenhang mit dem Umlauf des Begleiters steht.

Weiter enthält die Liste 6 veränderliche Sterne vom Algol-Typus, deren Lichtschwankung bekanntlich durch Verfinsterung, die der Vorübergang eines dunklen Begleiters hervorruft, erklärt werden kann.

Von den visuellen Doppelsternen konnten bisher 53 genaue Bahnbestimmungen berechnet werden. Diese sind von Professor Aitken im Jahre 1905 in einer Liste vereinigt, die 17 Doppelsterne enthält, deren Umlaufszeit zwischen 105 und 347 Jahren liegt. Da die visuellen Doppelsterne schon seit mehreren Jahrhunderten beobachtet werden und ihre Zahl jetzt bereits gegen 15000 beträgt, so muß es im ersten Augenblick auffallen, daß nur so wenige Bahnen genau bestimmt werden konnten, während bereits 63 spektroskopische Doppelsternbahnen bekannt sind, obgleich noch keine 23 Jahre seit Entdeckung des ersten spektroskopischen Doppelsternes vergangen sind. Es findet dieses seine Erklärung darin, daß bei dem kurzen Umlauf der spektroskopischen Doppelsterne nur eine kurze Zeit nötig ist, um zur Berechnung der Bahnen die genügende Unterlage zu erhalten, wohingegen im Laufe eines Jahrhunderts oft nur erst ein kleines Stück der Bahn des visuellen Doppelsternpaares beobachtet werden kann, welches keine sicheren Schlüsse auf den Verlauf der ganzen Bahn gestattet. Im folgenden werden nun einige der gefundenen Resultate mitgeteilt.

Die Größe der Exzentrizität.

Es ist nun von besonderem Interesse, daß die Verteilung der Exzentrizität, das ist eines der wichtigsten Stücke der Bahnelemente [2]) ganz bestimmte Beziehungen zu den spektroskopischen, visuellen und Cephei-Bahnen erkennen läßt.

---

[1]) Vgl. Publications of the Allegheny-Observatory Vol. 1 Nr. 21 und Miscellaneous scientific papers of the Allegheny-Obs. New Ser. Nr. 4.

[2]) Unter Exzentrizität einer Ellipse verstehen wir das Verhältnis des Abstandes eines Brennpunktes der Ellipse vom Mittelpunkt zu der halben größten Achse der Ellipse. Diese Exzentrizität schwankt zwischen 0 und 1; wenn der Stern seine Bahn in einem Kreise vollführt, so fällt der Brennpunkt der Ellipse in den Mittelpunkt des Kreises, und die Exzentrizität wird 0, wenn die Ellipse ganz flach wird und zuletzt mit einer geraden Linie zusammenfällt, sodaß die kleine Achse der Ellipse gleich 0 wird, wird die Exzentrizität gleich 1. Es ist dieses auch aus der Formel zu erkennen: Exzentrizität $= e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$, wobei a = große Achse und b = kleine Achse der Ellipse ist. Hieraus geht hervor, daß die Exzentrizität ohne weiteres ein bequemes Maß ist für die Größe der Krümmung der Bahn.



Exzentrizität	0,0—0,10	0,10—0,19	0,20—0,29	0,30—0,39	0,40—0,49
Spektrosk. Doppelsterne . .	24	9	1	3	4
Visuelle Doppelsterne . .	0	3	3	9	14
Delta Cephei Veränderliche	0	2	2	4	3

Exzentrizität	0,50—0,59	0,60—0,69	0,70—0,79	0,80—0,89	0,90—1
Spektrosk. Doppelsterne . .	4	2	2	1	0
Visuelle Doppelsterne . .	10	5	4	4	1
Delta Cephei Veränderliche	0	0	0	0	0

Wir sehen aus dieser Tafel, daß die meisten spektroskopischen Doppelsterne eine geringe Exzentrizität haben, abgesehen von den δ-Cephei Veränderlichen, welche mit den 53 visuellen Doppelsternen in Aitkens Katalog in bezug auf ihre Exzentrizität korrespondieren. Sie zeigen einen besonderen Hang zur Exzentrizität zwischen 0,30 und 0,60; die kreisrunden Bahnen sind bei ihnen ebenso selten, wie die stark elliptischen. Es geht hieraus hervor, daß die spektroskopischen Doppelsterne, abgesehen von dem δ-Cephei-Typus, der Mehrzahl nach fast kreisrunde Bahnen beschreiben. Es ist noch besonders zu bemerken, daß alle 6 Algol Veränderlichen Bahnen beschreiben, deren Exzentrizität unter 0,1 liegt.

Wenn wir alle spektroskopischen Doppelsterne unter Fortlassung der Cephei Veränderlichen nach ihrer Umlaufszeit ordnen und daneben die entsprechende Exzentrizität schreiben, so stellt sich ein enger Zusammenhang zwischen diesen beiden Elementen heraus. Von 21 spektroskopischen Doppelsternen, deren Umlaufszeit 6 Tage nicht überschreitet, hat nur ein einziger eine größere Exzentrizität als 0,10. Diese Ausnahme bildet der Polarstern mit einer Periode von vier Tagen und einer Exzentrizität von 0,20. Andererseits ist das einzige Paar unter 16 spektroskopischen Doppelsternen, deren Periode größer als 21 Tage ist, das System Capella, welches eine kleine Exzentrizität, nur 0,02, hat. Die 11 δ-Cephei Veränderlichen unterscheiden sich wieder von den anderen spektroskopischen Doppelsternen dadurch, daß im Durchschnitt ihre Exzentrizität 0,31 beträgt, während ihre Umlaufszeit im Durchschnitt nur 7,3 Tage ausmacht. Wenn wir hingegen die 53 Bahnen der visuellen Doppelsternsysteme nach zunehmender Periode ordnen und sie in Gruppen von je 10 einteilen, so sehen wir, daß mit fortschreitender Zunahme der Exzentrizität auch ihre Umlaufszeit zunimmt.

Visuelle Doppelsterne	Mittlere Exzentrizität	Mittlere Umlaufszeit
1—10	0,44	20 Jahre
11—20	0,43	42 -
21—30	0,51	64 -
31—40	0,53	104 -
41—50	0,56	201 -
51—53	0,60	327 -

Diese Neigung der visuellen Doppelsterne, bei größerer Exzentrizität auch eine größere Umlaufszeit zu zeigen, halten Schlesinger und Baker für reell. Wenn sowohl für die spektroskopischen wie für die visuellen Doppelsterne eine Tabelle aufgestellt wird, wiederum unter Ausschluß der Cephei Veränderlichen und der letzten drei visuellen Doppelsterne mit langer Periode, deren Bahnen noch etwas unsicher sind, so entstehen folgende Resultate:

	Mittlere Exzentrizität	Mittlere Umlaufszeit
25 spektroskopische Doppelsterne mit kurzer Periode	0,07	4 Tage
25 - - mit langer Periode	0,35	129 -
25 visuelle Doppelsterne mit kurzer Periode	0,45	36 Jahre
25 - - mit langer Periode	0,54	136 -

Die eigenartige Beziehung, daß langperiodische visuelle Doppelsterne eine größere Exzentrizität haben als die kurzperiodischen, ist bereits 1877 von Doberck erkannt worden.

Die Verteilung der Länge des Periastrons.[1])

Barr hat zuerst im Jahre 1908 die Aufmerksamkeit auf die sonderbare Tatsache gelenkt, daß unter den damals bekannten 30 spektroskopischen Doppelsternen nur bei 3 die Länge des Periastrons 180° überschritt. Schlesinger und Baker haben hingegen festgestellt, daß bei den neuerdings berechneten Bahnen die Barrsche Eigentümlichkeit nicht auftritt. In 36 Fällen beträgt die Länge des Periastrons weniger als 180°, in 19 Fällen mehr als 180° und in einem Falle ist sie = 180°.

Das Vorhandensein und der Charakter des Nebenspektrums.

Während in dem ersten spektroskopischen Doppelstern ζ Ursae Majoris das Spektrum beider Komponenten deutlich sichtbar war, ist in den Spektrogrammen der späteren spektroskopischen Doppelsterne nur das Spektrum der helleren Komponenten sichtbar gewesen, sodaß zuerst angenommen wurde, daß die zweiten Komponenten zumeist sehr dunkel seien. Neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß bei 18 spektroskopischen Doppelsternen das Nebenspektrum gesehen werden kann und daß wohl noch bei vielen der übrigbleibenden spektroskopischen Doppelsterne nur die geringe Empfindlichkeit der benutzten Platten, beziehungsweise die geringe Größe der Linienverschiebung eine Sichtbarkeit des Spektrums des Begleiters verhindert hat. Es ist bemerkenswert, daß in 13 Fällen, in denen das schwächere Spektrum gemessen werden konnte, es ein fast genaues Abbild des helleren war. Besonders ist dieses Ichinohe bei dem Stern η Virginis aufgefallen. Die Identität der Spektren geht soweit, daß sie sich auch nicht in einer Linie von einander unterscheiden; die Spektren gehören alle dem ersten Spektraltypus an.

Die relative Masse der beiden Komponenten.

Es ist möglich geworden, aus den Messungen der spektroskopischen Doppelsterne in Allegheny die Masse des Begleiters in Einheiten des größten Sterns anzugeben. Hierbei stellt sich heraus, daß immer die hellere Komponente auch die größere Masse besitzt. Die gefundenen Zahlen hierfür sind folgende:

---

[1]) Periastron heißt derjenige Punkt in einer Doppelsternbahn, in welchem der Begleiter dem im Brennpunkt der Bahn stehenden Hauptstern am nächsten ist. Periastron entspricht dem Perihel im Planetensystem, das ist der Punkt eines Planeten in seiner Bahn, in welchem derselbe der Sonne am nächsten steht.



Stern:	Masse des Begleiters, wenn die Masse des größten Sternes gleich 1 gesetzt wird:	Stern:	Masse des Begleiters, wenn die Masse des größten Sternes gleich 1 gesetzt wird:
ν Andromeda	0,72	ζ Großer Bär	0,99
ο Perseus	0,81	α Jungfrau	0,61
α Fuhrmann	0,81	e Herkules	0,68
η Orion	0,95	u Herkules	0,40
ψ Orion	0,76	θ Adler	0,89
β Fuhrmann	0,99	57 Schwan	0,96
ο Löwe	0,86	2 Eidechse	0,81
η Jungfrau	0,70		

Die Masse der spektroskopischen Doppelsterne im Vergleich zur Sonnenmasse.

Es gibt sehr wenig spektroskopische Doppelsterne, für welche die absolute Masse im Vergleich zur Sonne sich angeben läßt. Die Geschwindigkeitsmessungen genügen allein nicht, die Neigung der Bahn zu bestimmen. Wir können nur das Verhältnis bestimmen: $\frac{\text{Masse}}{(\text{sinus der Neigung})^3}$.

Wenn nur ein Spektrum meßbar ist, können wir auch nichts über die relative Masse aussagen, sondern wir können nur eine gewisse Funktion der Summe der beiden Massen angeben. In allen den Fällen, in denen durch einen Vorübergang die Lichtveränderung hervorgerufen wird, können wir annehmen, daß die Neigung fast 90° ist und alsdann die Masse berechnen. Wenn nun in solchen Veränderlichen noch beide Komponenten getrennt gemessen werden können, so kann man auch die einzelne Masse aus der Summe der beiden Massen bestimmen. Von diesen, dem β-Lyrae-Typus angehörigen Veränderlichen sind nur vier hell genug, um diese Trennung vornehmen zu können. Es hat sich in allen diesen Fällen herausgestellt, daß die Durchschnittsmasse jeder Komponente mehrmals größer ist als die Masse der Sonne; einige von ihnen haben noch eine tausendmal größere Masse. Die δ-Cephei Veränderlichen haben jedoch fast alle die gleiche Masse und gehören auch fast alle demselben Spektrum an. Es liegt somit nach der Pickeringschen Einteilung zwischen F und G (Vgl. „Weltall" Jg. 11, S. 132).

Wir geben zum Schluß (siehe Seite 322) hier noch ein Verzeichnis aller spektroskopischen Doppelsterne bis auf die Neuzeit, das von Ludendorff zusammengestellt worden ist.

Aus den Untersuchungen von Schlesinger und Baker geht somit hervor, daß trotz des verhältnismäßig geringen Materials der bis jetzt vorliegenden visuellen und spektroskopischen Doppelsternbahnbestimmungen schon mancher interessante Einblick in diese Welten gewonnen werden kann. Es steht aber außer Zweifel, daß erst noch weitere Beobachtungsreihen abgewartet werden müssen, bevor wir diese werden zwingen können, uns Gewisses über die frühere Entwickelung dieser Doppelsternsysteme zu verraten.

Verzeichnis der spektroskopischen Doppelsterne.

	Stern	Periode Tage	Exzentrizität
1.	α Andromedae	96,67	0,52
2.	ν -	4,28	0,00
3.	λ -	20,55	0,09
4.	π -	143,67	0,57
5.	ϑ Aquilae	17,12	0,68
6.	β Arietis	107,0	0.88
7.	α Aurigae	104,02	0,02
8.	β -	3,96	0,00
9.	η Bootis	497,1	0,24
10.	β Capricorni	1375,3	0,44
11.	κ Cancri	6,39	0,15
12.	α Carinae	6,74	0,18
13.	I Hevel. Cassiopejae	6,07	0,22
14.	β Cephei	0,19	0,00
15.	13 Ceti	2,08	0,06
16.	α Coronae	17,36	0,39
17.	57 Cygni	2,85	0,14
18.	α Draconis	51,38	0,38
19.	ϑ -	3,07	0,01
20.	χ -	281,8	0,42
21.	ω -	5,28	0,01
22.	α_1 Geminorum	2,93	0,01
23.	α_2 -	9,22	0,50
24.	β Herculis	410,58	0,55
25.	ε -	4,02	0,02
26.	u -	2,05	0,05
27.	ε Hydrae	5835,00	0,60
28.	2 Lacertae	2,62	0,01
29.	o Leonis	14,50	0,00
30.	δ Lybrae	2,33	0,05
31.	β Lyrae	12,91	0,07
32.	ζ_1 -	4,30	0,00
33.	α Orionis	2191,00	0,24
34.	β -	21,90	0,30
35.	δ -	5,73	0,10
36.	η -	7,99	0,02
37.	ι -	29,14	0,74
38.	π^4 -	9,52	0,03
39.	ψ -	2,53	0,07
40.	BD-1° 1004 (Orionis)	27,16	0,76
41.	α Pavonis	11,75	0,01
42.	η Pegasi	818,0	0,15
43.	ι -	10,21	0,01
44.	β Persei	2,87	0,03
45.	o -	4,42	0,00
46.	φ -	126,60	0,00
47.	μ Sagittarii	180,22	0,44
48.	α Scorpii	2117,00	0,20
49.	ζ Tauri	138,00	0,18
50.	τ -	1,50	0,08
51.	β Urs. maj.	27,16	0,79
52.	ζ - -	20,54	0,52
53.	30 Hevel. Urs. maj.	11,58	0,44
54.	α Urs. min.	3,97	0,13
55.	κ Velorum	116,65	0,19
56.	α Virginis	4,01	0,10
57.	η -	71,9	0,25

Verzeichnis der veränderlichen Sterne vom δ Cephei-Typus und ζ Geminorum.

	Stern	Periode Tage	Exzentrizität
1.	η Aquilae	7,18	0,47
2.	RT Aurigae	3,73	0,37
3.	δ Cephei	5,37	0,36
4.	SU Cygni	3,85	0,21
5.	ζ Geminorum	10,15	0,22
6.	Y Ophinchi	17,12	0,10
7.	S Sagittae	8,38	0,35
8.	W Sagittarii	7,59	0,32
9.	X -	7,01	0,40
10.	Y -	5,77	0,16
11.	T Vulpeculae	4,44	0,43

Die Bewegung des Sonnensystems.

Auf der Privatsternwarte in Dresden hat bekanntlich Baron von Engelhardt an seinem Zwölfzöller vor etwa zwanzig Jahren zahlreiche Messungen von Sternen 9. bis 12. Größe ausgeführt. Diese Sterne sind nun in den Jahren 1907 bis 1909 von Lau am Zwölfzöller der Urania-Sternwarte in Kopenhagen neu gemessen und die Ergebnisse der Messungen in zwei Aufsätzen in den A N. 4430 und 4502 zusammengestellt worden.

Die Eigenbewegungen[1]) dieser lichtschwachen Sterne findet Lau ziemlich gering. Die jährlichen Eigenbewegungen betragen im Mittel nur

für 23 Sterne	von	9,0.	bis	9,4. Größe	0″,040
- 30 -	-	9,5.	-	9,9. -	0″,034
- 24 -	-	10,0.	-	10,4. -	0″,036
- 17 -	-	10,5.	-	10,9. -	0″,026.

Die Abnahme der Eigenbewegung mit der Helligkeit, d. h. mit der wachsenden Distanz von der Erde, ist somit deutlich ausgesprochen. (Bei den Kopenhagener Beobachtungen wurden nur 3 Sterne mit größeren Eigenbewegungen benutzt, wie z. B. der Begleiter C von 17 Lyrae mit einer jährlichen Eigenbewegung von 2″, die ebenfalls von Burnham entdeckt wurde.)

Bemerkenswert ist es, daß die Eigenbewegungen der Sterne 10. Größe in der Milchstraße kleiner sind als außerhalb. Lau hat die Eigenbewegungen nach der Distanz von der Ebene der Milchstraße geordnet und findet ein deutliches Minimum in der Nähe der Milchstraße.

Galaktische Breite	Eigenbewegung	Sterne
— 50° bis — 30°	0″,039	9
— 30° - — 10°	0″,036	14
— 10° - + 10°	0″,032	25
+ 10° - + 30°	0″,032	16
+ 30° - + 50°	0″,036	20
+ 50° - + 70°	0″,042	10

Diese Zunahme der Eigenbewegungen mit wachsender Distanz — die schon von Comstock gefunden worden ist — dürfte nach Lau kaum auf einer dynamischen Wirkung der Milchstraße beruhen. Die Milchstraße besteht vielmehr vorzugsweise aus stark leuchtenden (absolut hellen) Sternen, wie die große Häufigkeit der weißen Sterne zeigt; die Sterne der Milchstraße, welche von der Erde gesehen, als Sterne 10. Größe erscheinen, werden sich daher durchschnittlich in größeren Abständen befinden als die übrigen Sterne von derselben Helligkeit. Nach dieser Auffassung wären die Sterne der Milchstraße im Mittel um eine halbe Größenklasse (1,6 mal) heller als die Sterne in der Nähe der Pole der Milchstraße.

Die Vergleichung der Messungen von Engelhardt und Lau läßt deutlich das Vorrücken der Sonne erkennen. Lau findet als Position des Apex:

Rectascension = 290° Deklination = + 44°.

Die Abweichung von den früheren Bestimmungen schreibt Lau dem persönlichen Fehler der Messungen zu. Da die mittlere Bewegung der Sterne bei 20 Jahren Zwischenzeit kaum eine halbe Bogensekunde beträgt, werden schon sehr kleine systematische Fehler das Resultat stark beeinflussen. Aus den Messungen geht jedenfalls hervor, daß zwei Messungsreihen von nur 100 Sternen 9. bis 11. Größe mit 20 Jahren Zwischenzeit schon genügen, um die Bewegung der Sonne im Weltraume nachzuweisen.

Aus dem gefundenen Wert der jährlichen Bewegung der Sonne läßt sich mittelst Campbells Geschwindigkeit der Sonne die mittlere Parallaxe der benutzten Sterne ableiten. Ein zweiter Wert ergibt sich aus der Größe der Eigenbewegungen der Sterne. Die beiden Methoden deuten auf einen Wert zwischen

[1]) Unsere Leser sind über Eigenbewegung der Sterne im Weltall Jahrg. 11 S. 204 und 219 unterrichtet worden.

0",002 und 0",003 hin, und Lau nimmt daher als vorläufigen Näherungswert der mittleren Parallaxe der Sterne 10. Größe 0",0025 an.

Dieser Wert entspricht einer Distanz von 1300 Lichtjahren, in dieser Distanz befinden sich also die nächsten Sternenwolken der Milchstraße. Die Sterne 10. Größe wären hiernach in Wirklichkeit ebenso hell wie die nur näheren, sodaß kein Grund vorliegt, eine merkbare Absorption im Weltraume anzunehmen.



Der gestirnte Himmel im Monat September 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Ausgedehnte Wolken von Kalziumdämpfen im Weltall.

Bei der Beobachtung des Sternenhimmels ist die Frage von großer Bedeutung, ob im Weltenraume eine Verschluckung des Lichtes der Sterne stattfindet oder nicht. Schon Olbers wies darauf hin, daß, wenn keine Verschluckung des Lichtes im Raume vorhanden wäre, unter der Annahme einer unendlichen Anzahl von Sternen im unendlichen Raume, das ganze Himmelsgewölbe stark leuchtend erscheinen müßte. In den besten Fernrohren gibt es jedoch Stellen am Himmel, an denen wir gar keine Sterne finden, wo auch der Himmelsuntergrund ganz dunkel ist. Dieses würde entweder auf Verschluckung des Lichtes im Weltenraume deuten oder darauf, daß die leuchtende Materie nicht in unendlicher Menge am Himmel verteilt ist. W. Struve glaubte aus der Zählung der Sterne auf eine teilweise Extinction des Sternenhimmels schließen zu müssen. Seeliger, der die Verteilung der Sterne am Himmel nach der Bonner Durchmusterung besonders eingehend studiert hat, zweifelt diese Gründe von Olbers und Struve an, indem er mit Recht darauf hinweist, daß eine Ausdehnung der leuchtenden Weltkörper bis in ungemessene Weiten eine völlig unbewiesene und auch unwahrscheinliche Annahme sei. Hingegen hält Seeliger das Vorkommen von Lichtabsorption im Weltall durch vorhandene dunkle Weltkörper wie auch durch ausgedehnte Wolken kosmischen Staubes für möglich.

Es scheint jetzt, daß es Slipher, einem Astronomen der Lowell-Sternwarte (vgl. Bulletin No. 51 der Lowell-Sternwarte), durch spektroskopische Untersuchungen gelungen ist, das Vorhandensein von frei im Weltenraume schwebenden ausgedehnten Wolken von Kalziumdämpfen nachzuweisen. Slipher fand im Spektrum von β Scorpii die Kalziumlinie K scharf und dunkel, während alle andern Linien breit und verwaschen waren. Während die breiten Linien ausnahmslos an der Verschiebung teilnahmen, die durch eine Bewegung von 240 km bedingt ist, blieb merkwürdigerweise die scharfe Kalziumlinie fest stehen. Schon früher hatte Hartmann eine solche unveränderliche K-Linie im Spektrum von δ Orionis gefunden. Slipher untersuchte nun auch noch den teleskopischen Begleiter 6. Größe von β Scorpii, und auch in seinem Spektrum fand er die feststehende K-Linie wieder. Bei der Untersuchung eines anderen spektroskopischen Doppelsterns σ Scorpii, der etwa 8° südwestlich von β steht, wurde dieselbe Eigentümtümlichkeit der Kalziumlinie gefunden. Daraus ist wohl zu schließen, daß die scharfen Kalziumlinien, da sie bei beiden Sternen nicht an den Verschiebungen der anderen Linien teilnahmen, ihren Ursprung in einem absorbierenden Medium haben, das außerhalb dieser Doppelsterne liegt und zwar zwischen ihnen und uns. Im Spektrum des Sternes τ Scorpii ist die Kalziumabsorption nur schwach angedeutet, wohingegen δ Scorpii, dessen Spektrum sehr weite und zerstreute Linien enthält, die Kalziumabsorption wieder sehr gut zeigt. Der Stern π Scorpii, der südlich von δ liegt, ist schon weniger beeinflußt, und bei dem Stern μ ist die Absorptionslinie ganz ungewiß, wohingegen der nordwärts gelegene Stern ν, den Slipher auch als Doppelstern erkannt hat, eine verstärkte Kalziumabsorption zeigt, und noch weiter nordwärts, dort, wo die Milch-

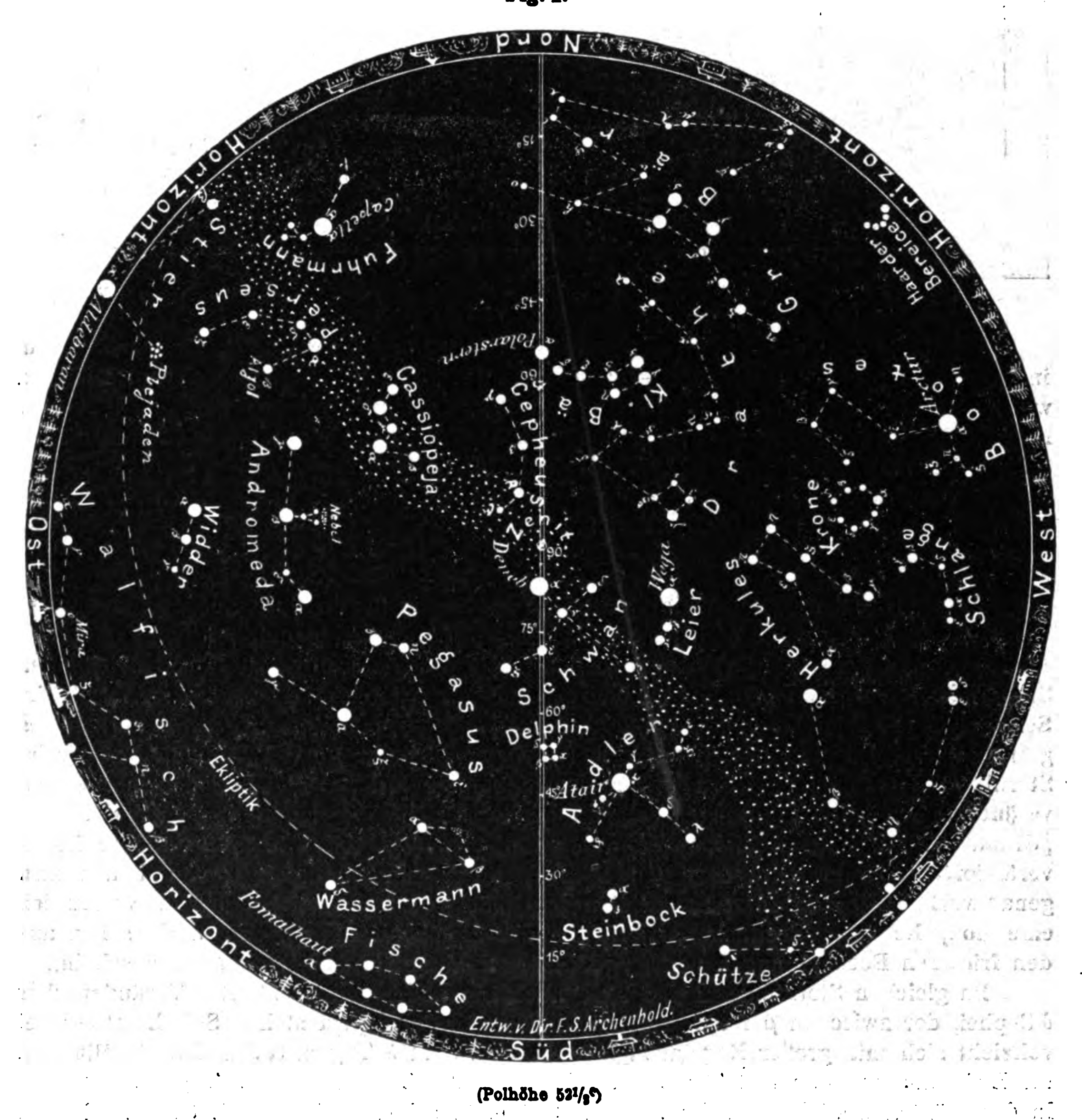


straße den Skorpion kreuzt, ist im Stern ζ des Schlangenträgers neben der scharfen K-Linie des Kalziums auch die H-Linie deutlich zu erkennen, während die meisten andern Linien hier sehr verschwommen sind. Auch einige schwächere Sterne zwischen Antares und β Scorpii zeigen die Kalziumabsorption.

Später sind noch andere Sterne des Himmels untersucht worden, insbesondere ι und η im Orion und o im Perseus. Auch sie zeigten dieselbe scharfe unveränderliche

Der Sternenhimmel am 1. September 1911, abends 10 Uhr.

Fig. 1.



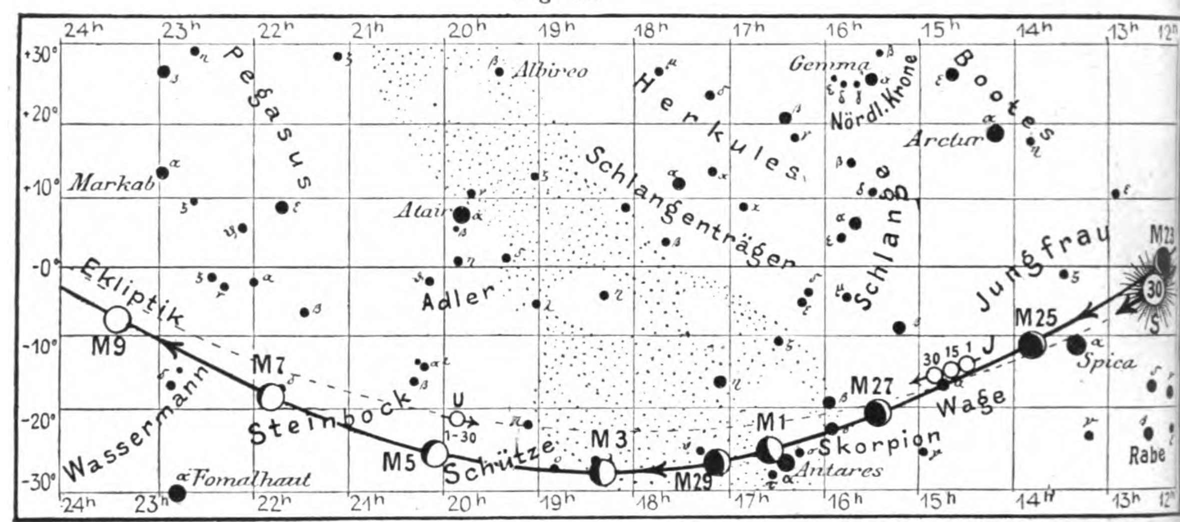
(Polhöhe 52½°)

Kalziumlinie wie die Sterne in der Gegend des Skorpions. Die genaue Ausmessung der spektroskopischen Aufnahmen ergab, daß die Bewegung der K-Linie unter 4 km blieb. Es ist bekannt, daß auch in dem neuen Stern im Perseus eine scharfe Kalziumlinie wie auch eine Natriumlinie gesehen worden ist.

Alle diese Beobachtungen deuten nun darauf hin, daß entweder die einzelnen Sterne von Kalziumwolken umgeben sind oder längs der genannten Sternbilder solche dunklen Kalziumwolken im Weltenraume vorkommen.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars

Es dürfte sich daher, um diese wichtige Frage endgültig entscheiden zu können, in Zukunft empfehlen, die Kalzium- und Natriumlinie in den Sternspektren vom B-Typus, welche nicht, wie die Sternspektren des A-Typus, schon selbst feine Kalzium- oder Natriumlinien enthalten, zu untersuchen. Auch dürfte es besonders wichtig sein, die Sterne der südlichen Krone zu untersuchen, in deren Nähe Innes auf einer Fläche von 25′ Durchmesser keinen Stern im Neun-Zöller gesehen hat, was er auch auf dunkle Massen im Weltenraum zurückgeführt hat.

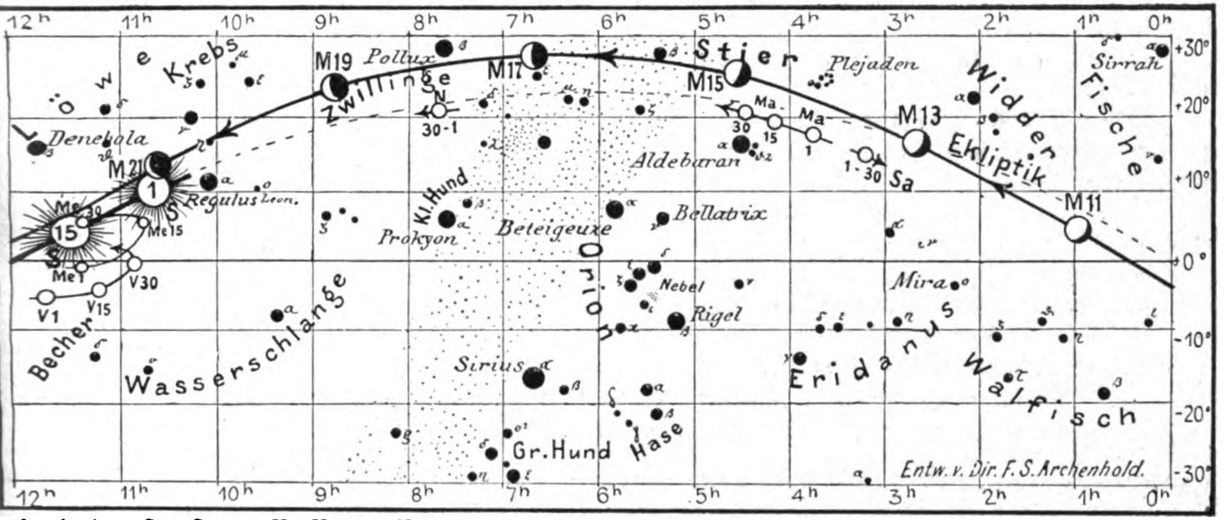
Die Sterne.

Unsere Sternkarte, Fig 1, gibt den Stand der Sterne für den 1. September abends 10^h wieder, sie gilt aber auch gleichzeitig für den 15. September abends 9^h, für den 1. Oktober abends 8^h und so fort. Der Meridian läuft von Süden aus zwischen den beiden Sternbildern Wassermann und Steinbock zum Pegasus und Adler; dann durch Delphin, Schwan, Cepheus und den kleinen Bären hindurch zu den hinteren Tatzensternen des großen Bären, die gerade tief im Norden stehen. Hoch oben im Zenit finden wir im Sternbilde des Cepheus, mit α und γ einen stumpfen Winkel bildend, den berühmten veränderlichen μ Cephei. Wegen seiner intensiv roten Farbe nannte ihn Herschel den „Granatstern“, seine Helligkeit schwankt zwischen 3,7. und 4,7. Größe. Seine Lichtveränderung ist im Jahre 1848 von Hind entdeckt und neuerdings von Plaßmann genau verfolgt worden. Der Stern ist unregelmäßig veränderlich und besitzt vermutlich eine doppelte oder dreifache Periodizität der Lichtschwankung, was auch schon aus den früheren Beobachtungen von Argelander und Schmidt hervorzugehen scheint.

Im gleichen Sternbilde findet sich noch ein anderer interessanter Veränderlicher δ Cephei, der zwischen μ im Cepheus und β in der Cassiopeja steht. Sein Lichtwechsel vollzieht sich mit großer Regelmäßigkeit und zwar in 5 Tagen, 8 Stunden, 48 Minuten, die Lichtzunahme dauert 1 Tag 14 Stunden und die Lichtabnahme 3 Tage 19 Stunden. In der größten Helligkeit ist der Stern 4. Größe, in seiner geringsten 5. Größe. Es gibt eine ganze Gruppe von veränderlichen Sternen, die in ähnlicher Weise wie δ Cephei Lichtschwankungen zeigen, natürlich mit anderen Zeiten. Sie gehören zu der Spektralklasse IIa und sind, so weit sie bisher untersucht sind, spektroskopische Doppelsterne, bei denen die Umlaufszeit gleich der Periode des Lichtwechsels ist. δ Cephei ist auch gleichzeitig ein visueller Doppelstern, der in kleinen Fernrohren schon gut zu trennen ist, und zwar hat der veränderliche goldgelbe Hauptstern, welcher spektroskopisch doppelt ist, in einer Entfernung von 41″ einen blauen Begleiter 6. Größe.

ir den Monat September 1911.

Fig. 2a. Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa — Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne ist für den 1., 15. und 30. September in unsere Karten 2a und 2b eingezeichnet. Sie sinkt während des Monats um 11° in ihrer Bahn und schneidet am 23. September den Äquator; alsdann ist Tag und Nacht gleich.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Sept. 1.	+ 8° 37′	5^h 18^m morgens	6^h 55^m nachm.	46°
- 15.	+ 3° 23′	5^h 41^m -	6^h 22^m -	41°
- 30.	— 2° 27′	6^h 7^m -	5^h 47^m -	35°

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten von zwei zu zwei Tagen wieder in unsere Karten 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: Sept. 8. 5^h nachm. Neumond: Sept. 22. 4^h nachm.
Letztes Viertel: - 15. 7^h - Erstes Viertel: - 30. mittags.

Sternbedeckungen und Finsternisse finden im Monat September nicht statt.

Die Planeten.

Merkur (Feld $11^1/_2{}^h$ bis $10^1/_2{}^h$ bis $11^1/_2{}^h$) ist in der zweiten Hälfte des Monats am Morgenhimmel bis $^3/_4$ Stunden lang sichtbar. Sein beleuchteter Teil nimmt von 0,14 auf 0,70 zu, der Durchmesser hingegen von 10″,3 auf 6″,1 ab. Am 25. befindet sich Merkur in seiner größten westlichen Abweichung 17° 52′ von der Sonne. Am 21. steht Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

Venus (Feld $11^3/_4$ bis 11^h) ist für das unbewaffnete Auge unsichtbar, bis sie in der zweiten Hälfte des Monats auf kurze Zeit als Morgenstern wieder auftaucht. Der Durchmesser erreicht am 18. September ein Maximum von 60″,26. Sie steht am 21. in Konjunktion mit dem Monde.

Mars (Feld $3^3/_4{}^h$ bis $4^1/_2{}^h$) ist bereits am Ende des Monats 9 Stunden lang am Nachthimmel zu beobachten. Sein Durchmesser nimmt von 12″,0 bis 15″,2 zu. Er wendet während des ganzen Monats seinen Südpol gegen die Erde und tritt am 14. in Konjunktion mit dem Monde. Saturn und Mars rücken immer weiter auseinander und bilden Ende des Monats mit den Plejaden ein gleichseitiges Dreieck. Der Mars wird mit dem großen Fernrohr (siehe unsere Beilage) jeden Abend den Besuchern der Treptow-Sternwarte gezeigt werden.

Jupiter (Feld $14^1/_2{}^h$ bis $14^3/_4{}^h$) rückt immer weiter von uns ab, sodaß sein Durchmesser von 32″,5 auf 30″,7 abnimmt. Er ist am Ende des Monats nur noch wenige Minuten am Abendhimmel aufzufinden.

Saturn (Feld $3^1/_4{}^h$) ist zuerst schon 7 Stunden lang, zuletzt sogar $9^1/_2$ Stunden lang zu beobachten. Sein Durchmesser nimmt von 17″,8 auf 18″,6 zu. Er tritt am 13. in Konjunktion mit dem Monde.

Uranus (Feld $19^3/_4{}^h$) ist in den ersten Abendstunden im Sternbild des Schützen zu beobachten.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) tritt erst am Schluß des Monats aus den Strahlen der Sonne, ist aber wegen seines kleinen Durchmessers von 2″,5 nur in großen Fernrohren als Scheibe zu erkennen.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Sept. 13. 3^h nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 14. 1^h - Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 5^h morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 21 mittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 5^h morgens Herbstanfang; Sonne im Sternbilde der Wage.
- 25. 3^h nachmittags Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne 17° 52′.
- 26. 5^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.



Kleine Mitteilungen.

Mars im Jahre 1909 in Transvaal. Während der Opposition 1909 haben R. T. Jnnes und Mrs. H. E. Wood den Mars am 9-Zöller der Transvaal-Sternwarte beobachtet. Die benutzten Vergrößerungen waren von 270 bis 660fache. (Transval Observatory Circular No. 5.)

Aus den (42) Zeichnungen ist ersichtlich, daß die „Meere" anfangs August 1909 noch sehr blaß waren und erst später deutlicher und detailreicher wurden. Der Polarfleck (immer bedenklich klein!) zeigte anfangs September mehrere Einschnürungen, von denen sich Ende September eine kleine „Schneeinsel" ablöste. Auch später war der Polarfleck unregelmäßig. Der dunkle Saum um den Polarfleck ist auf den Zeichnungen nur schwach angedeutet; auf einigen fehlt er gänzlich. In den Polargegenden sind ebenfalls nur ganz schwache Schattierungen vorhanden. Die Südpolargegenden sind überhaupt sehr blaß; die lange Inselkette in Mare australe erscheint als durch geradlinige „Kanäle" getrennt. Auf Hellas hat Mrs. Wood das bekannte „Kreuz", Jnnes dagegen nur „a curious curved shading" gesehen.

In der Syrtis major haben die Beobachter zahlreiche Einzelheiten gesehen, die aber in der Generalkarte fehlen, wie z. B. die große dreifache Bucht auf dem rechten Ufer mit den entsprechenden „Halbinseln". Auch in dem Mare Cimmerium haben sie zahlreiche schwache, schräg gestellte Halbinseln gesehen Der „Sonnensee" erscheint viereckig. die „Meridianbai" doppelt. Aus Sinus Aurorae mit den angrenzenden Halbinseln und den Kanälen Ganges, Jamunas etc. hat Mrs. Wood sich dagegen eine sonderbare „Oase" konstruiert, wodurch die Generalkarte dieser Gegend einen sehr merkwürdigen Eindruck macht.

Obgleich Jnnes selbst sagt, daß er „no canals in the usual acceptance of this word" gesehen hat, erscheinen doch die „Kanäle" Phison, Euphrates. Titan, Tartarus, Cyclops. Cerberus, Scamander. Xanthus u. a teilweise in seinen Skizzen. (Verblüffend wirkt es, daß der Möris-See (4″ groß) auf allen Zeichnungen fehlt) Die besten Zeichnungen sind:

No. 35 mit der Großen Syrte und dem dreifachen Deltafon Sinus,
No. 32 mit der doppelten Meridianbucht.

* * *

Martin Kelloggstiftung für die Lick-Sternwarte. Die soeben verstorbene Witwe Luise Kellogg des Expräsidenten Martin Kellogg der Universität California hat der Lick-Sternwarte bereits im Jahre 1908, fast drei Jahre vor ihrem Tode, eine Stiftung überwiesen, mit der Bedingung, daß diese erst nach ihrem Tode bekannt gemacht werde, aus deren jährlichen Zinsen 6000 M. die Forschungsarbeiten auf der Lick-Sternwarte unterstützt werden. Die erste frei gewordene Summe ist bestimmt, um Dr. Keivin Burns eine Studienreise zum Besuch der europäischen Observatorien zu ermöglichen.

Diese Stiftung wird für die Arbeiten der Lick-Sternwarte von großer Bedeutung werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL", Jahrg. 11, Heft 22.
(Zu Dr. F. S. Archenhold: „Neues Verzeichnis von alten Kometeneinblattdrucken".)



POURTRAICT
Of the New Wonderful
Blazing Star,

Which appear'd to the Inner *Austrian* Countries, and the adjacent Parts of *Croatia*, standing over *Rackelsburg* and *Czackentburn*, seen betwixt two and three of the Clock several mornings, from the 12th of *January*, 1664. to the terrour of the Beholders.

THis unnatural and on the Firmament in a horrid and fire-burning shape appeared Star, a lighted Torch of God's Wrath, conjecturally is feared to be a fore-runner of far greater Wars, and subsequent Calamities, then that which appeared *Anno* 1618. and seen all *Europe* over for thirty days together, foreshewing bloody Wars, lasting thirty years ; as likewise that seen *Anno* 1652. upon which the *Polonian*, *Swedish*, and *Danish* Wars ensued. The form of this wonderful Star so exceedingly admired in respect of the apparent Half-moons in it, is doubtless a fore-runner of miserable Alterations, the rather because the Arch-Enemy to *Christendom* hath with a stupendious Army invaded the Christian Empire, threatning to come yet more strongly to make horrid Devastations; therefore let us fall upon our knees, doing true Repentance, be frequent and fervent in our Prayers, that God's fierce striking Hand may be stay'd, and these threatned Calamities be averted. And whereas *Neubarthus* in his Almanack of the 1663. last, under the Title of a Great Conjunction of *Saturn* and *Jupiter* in the fiery Sign of *Sagitarie*, this ensuing Blazing Star from thence upon Astrological conjectures hath its descent, unto a warning to all is it published, that we all may be turning to a speedy and true Repentance. *High-Dutch Copy.*

DELINEATION
Of a Marvellous New
Blazing Star,

Which appeared to *Austria*, chiefly about *Rackelsburg* and *Czackentburn*, seen several mornings betwixt two and three of the Clock, from the 12th of *January*, 1664. to the amazement of the Beholders.

WE see clearly as in a Looking-glass that the coming of Christ draws nigh, and that the last times are at hand, through the Signs and Wonders that are seen on the Firmament of Heaven, Sun, Moon, and Stars, unto a warning and rowsing of the drowsie man, that he should be converted, and turn off from his sinful ways. Hereupon we thought good to communicate this horrible Star, the pourtraict whereof was sent hither from *Germany*.

This unnatural, and never the like seen Heavens-sign or wondrous Star, appeared on the Firmament in a horrid shape and burning fire, as a kindled Torch of God's Wrath: It is feared that heavy Wars and Calamities will ensue thereupon ; like as that *Anno* 1618. seen all *Europe* over for thirty days together, signified thirty years bloody Wars; and the Blazing Star also which was seen *Anno* 1652. intimated the ensuing *Polonian*, *Swedish*, and *Danish* Wars : The rather, because the form of it is strange and marvellous, bearing in the midst two Half-moons, the *Ottoman* Arms, who with his warlike Preparations astonisheth whole *Europe*. Yet the Lord of Heaven seems to promise some good towards *Christendom*, and through this token to turn off these Calamities. *Neubarthus* in his last years Almanack 1663. under the Title of the Great Conjunction of ♄ and ♃ in the fiery Sign ♐, holds this Blazing Star for an effect of it. Several Astronomers held it for good that it should be published. *Low-Dutch Copy.*

With License,

March 7. 166¾. *Roger L' Estrange.*

LONDON, Printed by *J. M.* and are to be sold by *E. Brewster* at the *Crane* in St *Paul's* Church-yard. 1664.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 22. **Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.** **1911 (Zweites Augustheft).**

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Über die Entwicklung des Baues der optischen Instrumente.

Von Dr. Werner Haken.

Verfolgt man die Entwicklung des Baues der optischen Instrumente, so sieht man, wie auch hier jeder Fortschritt mit dem tieferen Eindringen in das Wesen des Lichts selbst Hand in Hand geht, von den ersten primitiven optischen Hilfsmitteln bis zu den heutigen, an der Grenze der Leistungsfähigkeit stehenden Instrumenten. Die Entdeckung, daß gekrümmte spiegelnde Flächen die Eigenschaft besitzen, von den Körpern Bilder von beliebiger Größe zu entwerfen, war schon lange vor Beginn unserer Zeitrechnung bekannt und ist die Grundlage für den Bau der ersten optischen Hilfsmittel geworden; aber erst mit Beginn des 17. Jahrhunderts kann man von einem planmäßigen Bau optischer Instrumente sprechen durch die Möglichkeit, optische Gläser herzustellen. Gibt man Glasstücken durch Schleifen eine geeignete Form, so erhält man durch sie ebenfalls Bilder der umgebenden Körperwelt, deren Größe und Lage allein von der betreffenden Glasart, der Krümmung der Linsenflächen und der Objektentfernung abhängt. Nach Auffindung dieser allgemeinen Beziehung ging man daran, die Gläser für die mannigfachsten Zwecke zu bearbeiten, sei es, um entfernte Objekte dem Beobachter im Bilde zugänglich zu machen oder von zu kleinen eine möglichst stark vergrößerte Abbildung herzustellen; so fand man außerordentlich wichtige Hilfsmittel zur Erweiterung der Kenntnisse von der Natur, das Fernrohr und das Mikroskop. Es ist ganz zweifellos, daß schon die ersten Verfertiger optischer Instrumente eifrigst bemüht waren, die Leistungen der Linsen nach Möglichkeit zu vervollkommnen; die Bilder sollten, den Objekten ähnlich, scharf begrenzt sein und möglichst viel von den Einzelheiten des Objekts erkennen lassen. Es ist nun sehr interessant, zu sehen, wie die hier erzielten Fortschritte Hand in Hand mit der Vorstellung vom Wesen des Lichts gingen und sich so zu der heutigen Höhe entwickeln konnten.



Die einfachsten Erfahrungen zeigen, daß das Licht sich geradlinig fortpflanzt, die Lichtwirkung selbst also längs einer Anzahl von „Lichtstrahlen“ vor sich geht. Auf Grund dieser Annahme lassen sich die optischen Grundgesetze von der Reflexion und Brechung des Lichts in elementarer Weise ableiten. Sucht man aber dementsprechend dem Wesen des Lichts dadurch näher zu kommen, daß man den Querschnitt eines von einer Lichtquelle ausgehenden Strahlenbündels durch Blenden immer mehr einengt, um auf diesem Wege mit einem einzelnen Lichtstrahl zu operieren, so zeigt sich, daß dieser Versuch nicht durchführbar ist. Verengert man die Öffnung, durch die das betreffende Lichtbüschel tritt, mehr und mehr, so wird, wenn das Loch einen Durchmesser von etwa $^1/_{10}$ mm erreicht hat, das durchgehende Büschel nicht ebenfalls enger, sondern verbreitert sich, und bei noch weiterer Verkleinerung des Loches erscheint dieses selbstleuchtend, bewirkt also eine Erhellung des ganzen hinter ihm liegenden Raumes, nicht aber eines einzigen Punktes, wie man erwarten sollte. Die in diesem Falle auftretende Beugung und Diffusion des Lichts zeigt also, daß die Lichtstrahlen keine reale Existenz besitzen können. Diese Erscheinung war mit die Ursache zur Aufstellung der sogenannten Undulationstheorie des Lichts, die annimmt, daß jeder leuchtende Körper das Erzeugungszentrum von Kugelwellen ist, die sich von ihm aus mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten; von diesem Standpunkte aus lassen sich die Beugungserscheinungen widerspruchsfrei erklären; man sieht ein, daß eine endliche Lichtwirkung nur durch Bündel von endlicher Weite vermittelt werden kann. Bei kleiner Öffnung muß dann der Fall eintreten, daß die Öffnung selbst wieder wie eine Lichtquelle wirkt. Trotzdem ist es in vielen Fällen außerordentlich nützlich, mit dem Begriff der Lichtstrahlen zu operieren, als ob sie wirklich eine physikalische Bedeutung hätten; nachträglich muß man dann natürlich untersuchen, inwiefern die erhaltenen Resultate durch die Wellennatur des Lichts in dem betreffenden Falle geändert werden. Auf dieser Grundlage baut sich die sogenannte geometrische Optik auf, deren Betrachtungen nur unendlich enge Lichtbüschel zugrunde liegen. Man erhält dann nämlich einfache und übersichtliche Gesetze für Größe und Lage der durch optische Systeme vermittelten Bilder und den Einfluß der Konstanten dieser Systeme auf die Abbildung. Es läßt sich nun zeigen, daß die durch Reflexion oder Brechung an einer gekrümmten Fläche zustande kommenden Bilder durch die Entfernung des Objekts von der Fläche, deren Krümmungsradien und den Brechungsexponenten der betreffenden Substanzen vollkommen bestimmt sind. Ist beispielsweise in Fig. 1 LSL_1 ein Teil einer Kugelfläche, S ihr Scheitel und P ein leuchtender Punkt, von dem Strahlen unter dem sehr kleinen Winkel u die Begrenzung treffen, so ist sein Bild P' durch den Schnittpunkt zweier beliebiger, durch die Fläche gehender Strahlen bestimmt, also etwa durch $PA'P'$ einerseits und den achsialen Strahl PSP' andererseits.

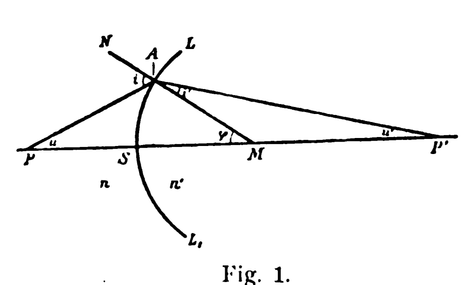


Fig. 1.

Der letztere Strahl verläuft in der optischen Achse, um die die von L ausgehenden, auf das Kugelsegment fallenden Strahlen symmetrisch liegen. Die Fläche teilt nun gewissermaßen den Raum in zwei Teile, die Punkte des einen werden in Punkte des andern abgebildet, links liegt der „Objektraum“, rechts der „Bildraum“. Es ist leicht einzusehen, daß eine Ver-

schiebung des Objektpunktes L längs der Achse auch eine solche von L' hervorrufen muß. Ebenso zeigt Fig. 2, daß auch Punkte in unmittelbarer Nachbarschaft der Achse im Objektraum bestimmten Punkten im Bildraum entsprechen, also auch Elemente senkrecht zur Achse durch die brechende Fläche abgebildet werden. Diese Betrachtungen lassen sich auch auf beliebig viele hintereinander angeordnete brechende oder spiegelnde Flächen anwenden, auf „centrierte Systeme", mit denen man es in der Praxis ja stets zu tun hat. Der einfachste Fall eines solchen Systems ist eine einzelne Linse. Fig. 3 zeigt, wie in diesem Falle die Abbildung vor sich geht. Die speziellen Eigenschaften solcher Systeme lassen sich ebenfalls in eindeutiger Weise bestimmen und sich durch einfache Beziehungen ausdrücken, so lange die Öffnungswinkel der betreffenden Strahlenbüschel klein bleiben, man also einen der Achse unendlich benachbarten Raum betrachtet. Dann besteht zwischen Objekt- und Bildraum durchgängige Reziprozität, der Objektraum wird Punkt für Punkt in den Bildraum abgebildet. Die geometrische Optik umfaßt also nur dieses parachsiale Gebiet, die genannten Schlüsse haben in völliger Strenge nur hier Gültigkeit. Wollte man sich nun in Wirklichkeit darauf beschränken, Objekte durch unendlich schmale Büschel abzubilden, so würde an sich schon die erzielte Lichtstärke der Bilder eine ganz minimale sein, dann aber würde sich auch die Abbildung durchaus nicht in der von der geometrischen Optik geforderten Weise vollziehen, denn hier würden die vorhin erwähnten Beugungserscheinungen ein scharfes Bild nicht zustande kommen lassen. Läßt man andererseits die Beschränkung auf unendlich schmale Büschel fallen, so ergibt sich, daß schon infolge der Brechung durch gekrümmte Flächen an sich von einer punktförmigen Abbildung nicht mehr die Rede sein kann. Konstruiert man in derselben Weise wie in Fig. 1 den L entsprechenden Bildpunkt durch eine größere Zahl von Strahlen, so ergibt sich, daß sich die einzelnen gebrochenen Strahlen nicht in einem Punkte schneiden, sondern, wie Fig. 4 zeigt, eine leuchtende Fläche mit der Spitze P', die durch die parachsialen Strahlen gebildet wird, erzeugen. Diese Abweichung ist also durch die Kugelgestalt der brechenden Fläche hervorgerufen, die Strahlenbündel von größerem Öffnungswinkel besitzen eine andere Vereinigungsweite als die parachsialen. Die Größe dieser sogenannten sphärischen Aberration ist also allein durch die Krümmung der betreffenden Flächen bestimmt; die statt des Bildpunktes entstehende leuchtende Fläche hat bei einer kollektiv wirkenden Fläche die Form eines nach dem ankommenden Licht zu offenen Kelches >, bei einer dispansiven dagegen die Form eines geschlossenen Kelches <. Man sieht, daß durch Kombination beider Arten zu einem optischen System die Möglichkeit gegeben ist, diesen Fehler mehr oder weniger vollkommen aufzuheben und sich der Erzeugung eines idealen Bildpunktes in hohem Maße zu nähern. Trotzdem

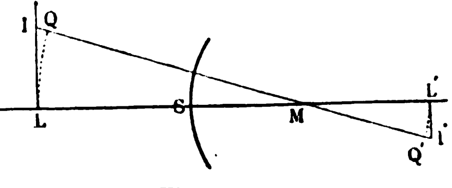
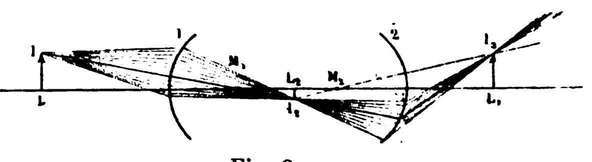


Fig. 2.


Fig. 3.

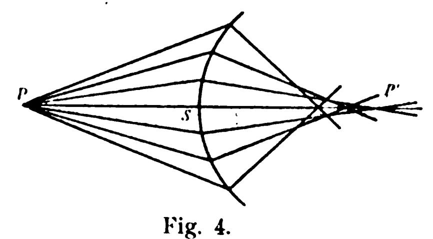


Fig. 4.

aber würde ein solches, vom Standpunkte der geometrischen Optik aus vollkommenes System einen leuchtenden Punkt nicht wieder in einen Punkt abbilden, da ja ihre Voraussetzungen, wie schon vorhin erwähnt, durchaus nicht im Einklang mit der physischen Optik stehen. Nach der Wellenlehre ist ja jeder leuchtende Punkt das Erschütterungszentrum einer Ätherbewegung, die sich in kugelförmigen Wellen fortpflanzt; trifft ein Teil einer solchen Kugelwelle auf eine gekrümmte leuchtende Fläche, so kann offenbar dieser Wellenteil nur dann in einen einzigen Punkt konvergieren, wenn die auffallende Wellenfläche wieder in eine Kugelwelle mit anders gelegenem Zentrum umgewandelt wird, und dieses Zentrum ist dann der „Bildpunkt" der geometrischen Optik. Ein Strahlenbüschel ist demnach ein Teil einer von dem leuchtenden Punkt ausgehenden Kugelwelle, die Strahlen sind die Normalen auf diesem Flächenteil. In Fig. 5 sei WM ein solcher Teil einer von L ausgehenden Welle; ist die Welle bis zur Linse S fortgeschritten, so erleidet sie eine Umformung; an ihre Stelle tritt die Wellenfläche $W'M'$, die, da sie das Zentrum L' besitzt und demnach hier eine Lichtwirkung hervorruft, den Bildpunkt L' erzeugt. Offenbar sind in diesem Falle wegen der Symmetrie der beiden Wellenflächen zur Achse LL' die optischen Wege $LMM'L'$ und $LWW'L'$ einander gleich; die von L ausgehenden Störungen treffen mit gleicher Phase in L' ein, die von den einzelnen Wellenteilen übertragenen Bewegungen müssen sich also in L' summieren und einander verstärken; ganz anders aber steht es mit den Punkten in der Nähe von L'; hier können sich die Wirkungen aufheben, falls die optischen Längen ungleich sind, z. B. oW' und oM', in andern Punkten können aber wieder Verstärkungen auftreten usw. Diese Interferenzwirkung hat also zur Folge, daß statt eines Bildpunktes ein helles Scheibchen entsteht, das abwechselnd von dunklen und hellen Ringen umgeben ist, deren Helligkeit nach außen hin rasch abnimmt. Die Helligkeit des Ringsystems sinkt um so rascher, je größer die wirksame Fläche der Lichtwelle ist, das Scheibchen schrumpft auf ein Flächenelement L' zusammen, der ideellen Grenze des zu L gehörigen Bildpunktes. Also nur durch Umformung der auffallenden Kugelwellen in Kugelwellen mit anders gelegenen Zentren können die optischen Systeme angenähert einen Objektpunkt in ein Beugungsscheibchen verwandeln, das man als Bildpunkt bezeichnen kann. Es läßt sich nun leicht einsehen, daß die Verhältnisse noch viel komplizierter werden müssen, wenn die Welle nach der Brechung in eine nicht mehr sphärische Fläche umgewandelt wird, also in verschiedenen Richtungen verschiedene Krümmungen besitzt; dann wird auch von einer nur angenähert punktförmigen Abbildung keine Rede mehr sein können. Diese Erscheinung tritt z. B. stets auf, wenn verhältnismäßig enge Büschel schief auf ein System von Kugelflächen fallen. Es läßt sich zeigen, daß dann statt eines Punktes zwei zueinander senkrechte Brennlinien entstehen.

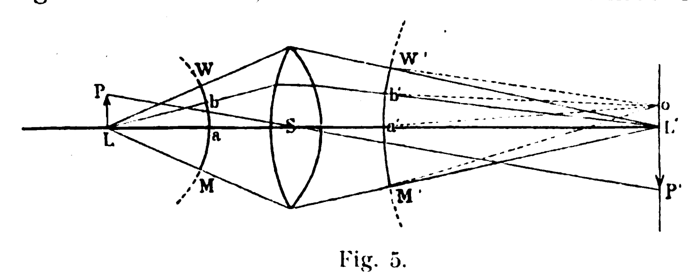


Fig. 5.

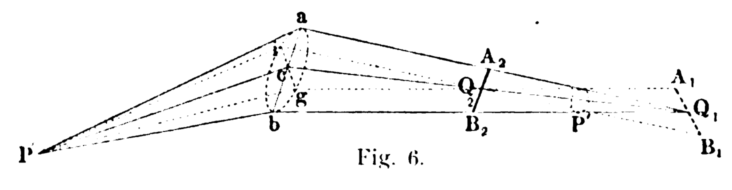


Fig. 6.

die einen bestimmten Abstand von einander haben. Fig. 6 stellt diese Erscheinung dar: $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ sind die Brennlinien. P' ist der „Kreis der kleinsten Konfusion", den ein Beobachter unwillkürlich als Bildpunkt von P betrachten wird. Diese astigmatische Strahlenvereinigung spielt in der praktischen Optik eine große Rolle.

Somit zeigt sich, daß zwischen der Abbildung durch parachsiale Büschel, wie sie der Gaußschen Theorie zugrunde liegt und der durch die Wellennatur des Lichtes hervorgerufenen Abbildung ein prinzipieller unlösbarer Widerspruch besteht; denn es kann einerseits nur durch unendlich enge Büschel eine punktförmige Abbildung des Objektraumes erzielt werden; versucht man andererseits aber diese Form der Abbildung tatsächlich zu verwirklichen, so erhält man infolge der Beugung doch keine punktweise Abbildung, vielmehr wird jeder Punkt als mehr oder weniger großes Beugungsscheibchen abgebildet. Infolgedessen ist es auch theoretisch und praktisch völlig unmöglich, mittels zentrierter Systeme einen beliebig großen Raum durch beliebig weit geöffnete Büschel abzubilden. Trotzdem aber ist gerade diese Aufgabe für die praktische Optik von größter Wichtigkeit, und es fragt sich, ob sich die Abbildungsgrenzen nicht doch künstlich erweitern lassen; das ist nun in der Tat in hohem Grade möglich geworden durch Kombination von Einzelsystemen verschiedenartiger Eigenschaften zu Gesamtsystemen. Ein Umstand fördert dieses Bestreben noch besonders, nämlich das beschränkte Auflösungsvermögen des menschlichen Auges. Da das Auge Punkte nicht mehr zu trennen vermag, die ihm unter einem Sehwinkel von einer halben Winkelminute erscheinen, so wäre es völlig wertlos, eine schärfere Abbildung bewirken zu wollen als die Sehschärfe erfordert; es braucht also ein System statt Lichtpunkte nur Lichtflecke entstehen zu lassen, daß sie noch vom Auge getrennt wahrgenommen werden können.

Die erstrebte Erweiterung der Abbildungsgrenzen ließ sich nun dadurch erreichen, daß man optische Systeme zu schaffen suchte, die entweder Achsenpunkte und Flächenelemente mittels beliebig weit geöffneter Büschel homozentrisch abbilden, also ein sehr kleines Gesichtsfeld haben, oder aber ausgedehnte Flächen durch unendlich enge Bündel darstellen. Durch Kombination beider Typen ist es möglich, für spezielle Zwecke Apparate von hoher Vollkommenheit zu konstruieren. Der zuerst erwähnte Typus findet Anwendung als Objektiv für Mikroskope und Fernrohre; bei ihm handelt es sich darum, durch möglichst weit geöffnete Büschel Flächenelemente in der Nähe der Achse aberrationsfrei abzubilden. Wie schon vorhin erwähnt, läßt sich die stets vorhandene sphärische Aberration für Achsenpunkte durch geeignete Krümmung der Linsenflächen stark vermindern. Es gibt jedoch eine Reihe von Flächen, durch die bestimmte Punkte durch beliebig weit geöffnete Büschel aberrationsfrei abgebildet werden. Die Bedingung für eine derartige Abbildung ist, daß die Summe der Lichtwege zwischen den beiden Punkten konstant ist: bei der Spiegelung genügt dieser Bedingung die Ellipse, in deren einem Brennpunkt der leuchtende Punkt sich befindet, alle von ihm ausgehenden Strahlen werden streng im Brennpunkt vereinigt. Rückt der leuchtende Punkt ins Unendliche, so wird die Ellipse zur Parabel. Die aberrationsfreien Flächen für brechende Systeme sind wesentlich kompliziertere Kurven, die sogenannten Cartesischen Ovale. Der praktische Wert dieser Flächen ist jedoch nur ein sehr geringer, da ja offenbar z. B. bei der Ellipse jeder Punkt in der Nähe des leuchtenden Punktes nicht mehr aberrationsfrei abgebildet wird: die Verundeutlichung auch für ein in dem einen

Brennpunkt befindliches Flächenelement ist sehr erheblich, so daß von einer punktförmigen Abbildung nicht die Rede sein kann. Beim Mikroskop wie beim Fernrohre spielt aber die punktförmige Abbildung von Flächenelementen eine hervorragende Rolle, so daß für diese Zwecke diese Flächen ziemlich unbrauchbar sind. Abbe gelang es nun, die Bedingung für die homozentrische Abbildung von Flächenelementen senkrecht zur Achse aufzustellen. Diese berühmte Bedingung, der Sinussatz, läßt sich wohl an Hand der Fig. 7 leicht veranschaulichen. Beschränkt man sich gemäß der Voraussetzung der geometrischen Optik auf unendlich enge parachsiale Büschel, so ist die durch ein optisches System hervorgerufene Vergrößerung eines Flächenelements senkrecht zur Achse eindeutig bestimmt. Erfolgt aber die Abbildung durch weitgeöffnete Büschel, so wird im allgemeinen die durch die parachsialen Strahlen bewirkte Vergrößerung verschieden von der durch die Randstrahlen erzeugten sein. Das Objektiv zerfällt in verschiedene „Zonen“, die jede eine andere Vergrößerung besitzen, demnach würden sich die Bilder überlagern und so eine starke Verundeutlichung verursachen. Abbe fand nun, daß nur dann eine aberrationsfreie punktförmige Abbildung eines solchen Flächenelements möglich ist, wenn das Verhältnis der sin. der Öffnungswinkel u und u_1 ein konstantes ist. Ist diese Bedingung erfüllt, so ist das System ein aplanatisches. Für den Mikroskopbau ist das Auffinden dieser Beziehung von fundamentaler Bedeutung geworden, erst durch ihre Kenntnis konnte sich die Mikroskopie zu ihrer heutigen Blüte entwickeln.

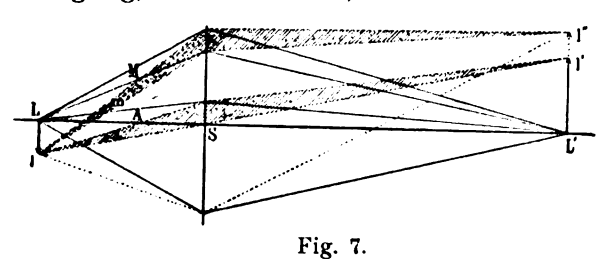


Fig. 7.

Durch die Erfüllung der Sinusbedingung wird nur ein Flächenelement durch beliebig weit geöffnete Büschel, nicht jedoch eine ausgedehnte Fläche oder mehrere Flächenelemente hintereinander, ein Raumelement, scharf abgebildet. Dieses bescheidene Verlangen läßt sich nicht verwirklichen. Somit gibt es also nur ein Paar aplanatische Punkte; ein Mikroskopobjektiv kann nur für das Punktepaar berechnet werden, für das es gebraucht werden soll; liegt das Objekt außerhalb des aplanatischen Punktes, so ist das Bild nicht mehr aplanatisch.

Da es also unmöglich ist, eine scharfe Abbildung ausgedehnter Flächen durch beliebig weite Büschel zu erreichen, so galt es, die zweite Gattung optischer Systeme unter möglichster Aufhebung aller hier in Betracht kommenden Fehler zu konstruieren, die dieses Ziel durch unendlich enge Büschel erreichen. Die hier auftretenden Fehler bestehen vor allem in dem schon vorhin erwähnten Astigmatismus, der statt eines Bildpunktes zwei aufeinander senkrechte Brennlinien verursacht; erst nach dessen Aufhebung kann von einer angenähert punktförmigen Abbildung die Rede sein; dann kann das Bild noch durch Bildwölbung und Verzerrung eine starke Verundeutlichung erfahren. Für die Beseitigung des Astigmatismus gibt es nun keinen Satz, der die gleiche Allgemeingültigkeit wie der Sinussatz besitzt. Wie Fig. 8 zeigt, ordnen sich die gleichen Brennlinien auf zwei Flächen K_1 und K_2 an, die sich in der Bildebene für parachsiale Strahlen berühren. Man sieht, wie die Verundeutlichung des Bildes in dieser Ebene mit größer werdendem Abstand von der Achse immer mehr wächst. Der Bildpunkt stellt sich hier als Scheibchen dar. Ist der Astig-

matismus gehoben, so bleibt die Krümmung übrig. Erst nach sehr mühevollen Untersuchungen und nach Herstellung der neuen Jenaer Gläser war es praktisch möglich, auch diesen Fehler zu beseitigen. Die Bedingung für die Verzeichnungsfreiheit läßt sich dadurch formulieren, daß die Tangenten der Neigungswinkel der Elementarbüschel gegen die Achse des Systems in konstantem Verhältnis zu einander stehen müssen, also eine Bedingung, die in gewissem Sinne der Sinus-Bedingung gerade widerspricht und recht deutlich zeigt, warum sich ausgedehnte Flächen nicht durch weite Büschel abbilden lassen.

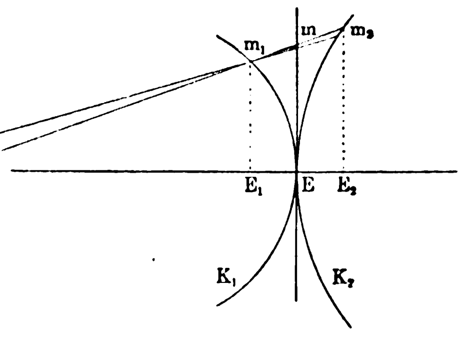
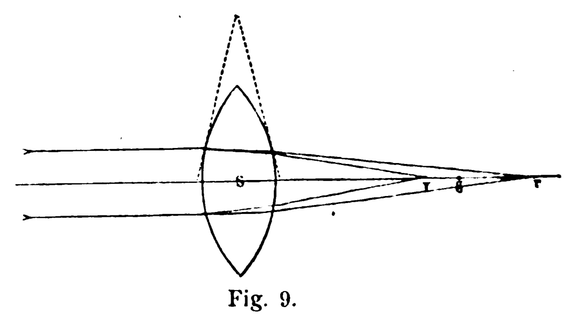


Fig. 8.

Ein Typus von Systemen hat sich jedoch besonders im Laufe der letzten 20 Jahre entwickelt, der eine Mittelstellung zwischen den beiden oben erwähnten einnimmt, das sind die photographischen Objektive, die ja möglichst ausgedehnte Objekte mittels möglichst weiter Büschel abbilden sollen. Hier fragt es sich vor allem, ob und inwieweit es überhaupt möglich ist, eine beliebig ausgedehnte, achsensenkrechte Ebene scharf und ähnlich wieder in eine Ebene mittels weiter Büschel abzubilden. Diese grundlegenden Untersuchungen stammen von dem Münchener Astronomen L. Seidel; das Resultat ist, daß ein optisches System fünf Bedingungen zu diesem Zweck erfüllen muß. Die erste bedeutet die Aufhebung der sphärischen Aberration, die zweite ist die Sinusbedingung, die dritte beseitigt den Astigmatismus, die beiden letzten die Bildwölbung und die Verzerrung.

Ein Fehler blieb bisher unerwähnt, der sämtlichen brechenden Systemen anhaftet und der die Entwicklung der optischen Instrumente in außerordentlichem Maße beeinflußte, das ist die mit der Brechung Hand in Hand gehende Farbenzerstreuung. Da im allgemeinen die abzubildenden Objekte mit weißem Licht leuchten, tritt in jedem brechenden System eine Zerlegung dieses zusammengesetzten Lichtes ein, und diese Zerlegung vermindert die Schärfe des Bildes in sehr hohem Grade. Denn jede der Farben, aus denen das weiße Licht besteht, erfährt durch diese Brechung eine andere Ablenkung, mithin entsteht statt eines weißen Bildpunktes eine Reihe verschiedenfarbiger Bilder, die im allgemeinen nicht an derselben Stelle des Bildraums liegen und außer der farbigen Abbildung eine sehr starke Verundeutlichung herbeiführen. Fig. 9 zeigt, wie durch eine Sammellinse parallel auffallendes weißes Licht zerlegt wird und statt eines weißen Brennpunktes eine kontinuierliche Reihe solcher Punkte in den Farben Rot bis Violett auf der Achse entstehen, daß also durch diese Verschiedenheit der Vereinigungsweiten ein scharfes Bild nicht zustande kommen kann. Newton kam zu der Überzeugung, daß es überhaupt unmöglich wäre, die Farbenzerstreuung brechender Systeme aufzuheben und ein praktsich brauchbares Bild durch sie zu erhalten. Infolgedessen wandte er sich von


Fig. 9.

der Konstruktion von Glaslinsen für astronomische Fernrohre ab und führte an ihrer Stelle Hohlspiegel ein, denn jede Spiegelung ist von Farbenzerstreuung völlig frei, und er begründete so den Bau der Spiegelteleskope, die auch heute noch mit großem Erfolge angewandt werden und, wie es den Anschein hat, in Zukunft noch mehr an Boden gewinnen werden. Diese Annahme Newtons war jedoch ein Irrtum, der die weitere Entwicklung der optischen Instrumente sehr stark hemmte. Erst 1752 gelang es Dollond durch Verbindung zweier Linsen aus verschieden brechenden Glasarten ein System herzustellen, das die Farbenzerstreuung stark verminderte und gleichzeitig ein ziemlich aberrationsfreies Bild lieferte. Diese sphärisch und chromatisch korrigierten Doppellinsen heißen Achromate; sie bestehen aus Gläsern, die für die einzelnen Farbenbereiche verschiedenes Brechungsvermögen besitzen, so daß die durch die eine Linse bewirkte Zerstreuung durch die andere wieder aufgehoben wird. Einen außerordentlichen Aufschwung nahm jedoch die Konstruktion astronomischer Systeme erst durch die von Abbe und Schott in den achtziger Jahren geschaffenen neuen Gläsern, die es gestatteten, nicht nur sphärisch und chromatisch korrigierte Objektive herzustellen, sondern auch die Bildwölbung zu beseitigen; ferner ist es durch diese Gläser möglich geworden, drei Farben in einen Punkt zu vereinigen und somit ein praktisch völlig farbenfreies Bild zu erzielen. Durch die Herstellung dieser Glasarten war es erst möglich, die Leistungen der optischen Instrumente zu ihrer heutigen Höhe zu bringen.

Es fragt sich nun, ob sich durch immer größere Vervollkommnung der theoretischen und praktischen Hilfsmittel die Leistung der optischen Instrumente immer mehr verfeinern läßt oder ob hier vielleicht doch gewisse Grenzen bestehen, die nicht mehr überschritten werden können. Das letztere ist tatsächlich in gewissem Sinne der Fall. Diese Grenzen sind hier auch wieder durch die Wellennatur des Lichtes gegeben. Die Lichtwellen des sichtbaren Gebiets umfassen die Größen von 0,8 bis 0,4 Tausendstel Millimeter, und es läßt sich zeigen, daß durch diese Größe das Auflösungsvermögen des Fernrohrs und des Mikroskops bedingt ist. Das Fernrohr gestattet eine um so stärkere Trennung von Objekten, je größer sein Objektivdurchmesser ist. So ergibt sich das Trennungsvermögen von Fernrohrobjektiven bei Annahme einer Wellenlänge des auffallenden Lichts von etwa 0,5 μ bei einem Durchmesser von

20	cm zu	0,54″
40	- -	0,27″
60	- -	0,15″
80	- -	0,13″
100	- -	0,10″

Diese Winkelunterschiede sind die höchste theoretisch mögliche Leistung der betreffenden Objektive, die jedoch infolge der unvermeidlichen Zonenfehler der großen Linsen kaum praktisch erreicht werden dürfte.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Mikroskop; das kleinste hier noch wahrnehmbare Gebilde ist von der Größenordnung einer halben Lichtwellenlänge; da man jedoch durch Zuhilfenahme der Photographie bis zur Wellenlänge von 0,2 μ gelangen kann, so könnte das Mikroskop noch Objekte von der Größe eines Zehntausendstel Millimeters im günstigsten Falle zur Darstellung bringen. Weiter führt noch in gewisser Weise das Ultramikroskop, bei dem noch Teilchen, die weit unterhalb einer Lichtwellenlänge liegen, dadurch sichtbar

gemacht werden, daß das durchfallende Licht an ihnen aufgesplittert wird; dadurch erscheinen die Teilchen als helle Punkte auf dunklem Grunde: von einer Abbildung ihrer Struktur kann dabei natürlich keine Rede sein.

* * *

Eine sehr eingehende und klare Darstellung aller für die einzelnen optischen Systeme in Betracht kommenden Beziehungen findet sich in dem von Lummer bearbeiteten Teil der Neuauflage von Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik, Verlag von Vieweg & Sohn, Braunschweig, dem auch ein Teil obiger Figuren entnommen ist.



Der neue Komet Brooks 1911c.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage).

Während der Komet Kiess 1911b, über dessen Entdeckung wir früher berichtet haben (Jg. 11, S. 314), bereits nach dem südlichen Himmel abmarschiert und für uns unsichtbar geworden ist, kommt der am 20. Juli entdeckte Komet Brooks 1911 c in immer günstigere Stellung. Er steht bereits unter den Circumpolarsternen und ist jetzt nicht nur in kleinen Fernrohren, sondern sogar in lichtstarken Operngläsern aufzufinden. Er ist im Sternbilde des Pegasus entdeckt worden und seitdem in das benachbarte Sternbild des Schwans gerückt. Die Leser finden seinen Lauf auf beifolgender Sternkarte für die Zeit vom 1. bis 15. September eingezeichnet, während welcher er vom Sternbild des Schwans in das des Drachen rückt. Am 3. September steht er oberhalb des Sterns $\varkappa$ im Schwan und am 10. September bei dem Stern ξ im Drachen.

Es ist der 26. Komet, den Dr. William R. Brooks, der Direktor des Smith Observatoriums und Professor der Astronomie am Hobart College in Geneva im Staate New York entdeckt hat. Er benutzt bei seinen Beobachtungen einen 10 Zöller und hat sich eine Karte aller mit diesem sichtbaren Nebelflecke hergestellt, sodaß er sofort feststellen kann, ob ein nicht auf seiner Karte verzeichnetes verdächtiges Objekt ein neuer Komet oder ein schon bekannter Nebelfleck ist. Von allen lebenden Astronomen hat bisher noch keiner eine so große Zahl von Kometen entdeckt wie Brooks. Er wird gelegentlich von seiner Frau und seiner Tochter bei seinen Beobachtungen unterstützt.

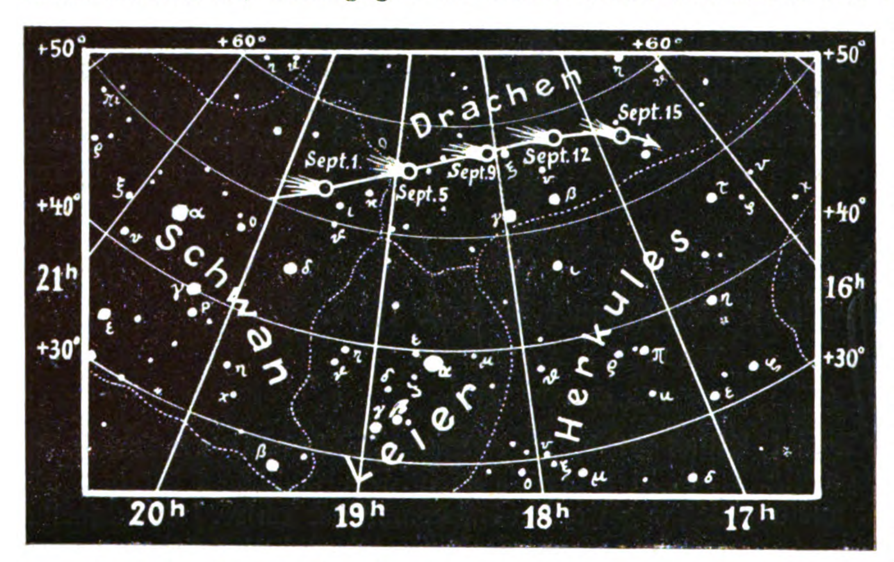
Der neue Komet gehört zu den nichtperiodischen, die nur einmal in die Nähe der Sonne kommen, um dann für immer zu verschwinden. Nach einer Bahnbestimmung von Ebell wird der neue Komet erst am 27. Oktober seine größte Sonnennähe erreichen. Bei seiner Entdeckung hatte der Komet die Helligkeit eines Sternes 10. Größe, wurde dann am 8. August 9. Größe, am 24. August 8. Größe und Mitte September wird er wie ein Stern 7. Größe erscheinen.

Wir finden in den A. N. 4517 folgende vorausberechnete Oerter:

		Rektaszension			Deklination	
September	5.	18^h	51^m	15^s	55°	48,2′
	7.		29	52	56	38,2
	9.	18	4	6	57	9,6
	11.		37	29	57	20,4
	13.	17	10	38	57	9,4



Der Komet ist bis jetzt noch immer kugelförmig mit einer Ausdehnung von einigen Bogenminuten und einer Zentralverdichtung, dessen Spektrum nach Stratton kontinuierlich ist, wohingegen die Kohlenwasserstoffbande von 516 Wellenlänge, etwa 2′ vom Kern, sowohl in der Richtung auf die Sonne zu wie in entgegengesetzter Richtung zu sehen ist. — Da die Kometen zumeist erst ihre besondere Helligkeit erreichen, wenn sie ihre Sonnennähe passiert haben, so dürfte sein Anblick vielleicht allen denen, die durch die geringe Entwicklung des Halleyschen Kometen für das Auge enttäuscht waren, eine Entschädigung bieten. Seine Photographien hingegen zeigten interessante Schweifbildungen, wie die auf unserer Beilage wiedergegebenen Aufnahmen der Licksternwarte erwiesen haben. Der Komet Brooks wird jetzt allabendlich den Besuchern der Treptow-Sternwarte gezeigt.



Lauf des Kometen Brooks 1911c vom 1. bis 15. September 1911.



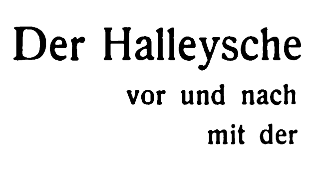
Neues Verzeichnis von alten Kometeneinblattdrucken.

Von F. S. Archenhold.

(Mit einer Beilage.)

Seit dem Erscheinen der Schrift, „Kometen, Weltuntergangsprophezeiungen und der Halleysche Komet[1]“ habe ich das im Anhang veröffentlichte Verzeichnis der alten Kometeneinblattdrucke noch vervollständigen können und einige interessante neue Blätter der Sammlung unseres astronomischen Museums einverleibt. Welches Aufsehen das Erscheinen großer Kometen in früheren Zeiten hervorrief, beweist die Auffindung eines englischen Flugblattes, des ersten, das ich in dieser Sprache kenne, welches das Erscheinen des großen Kometen aus dem Jahre 1664 beschreibt. Es existieren von diesem Kometen noch 18 andere Einblattdrucke, welche in folgendem Verzeichnis auch aufgeführt sind. Dieser große Komet wurde von Ende November 1664 bis Mitte März 1665 gesehen, und das große Werk „Theatrum cometicum“ von Lubienietzky handelt fast ausschließlich von diesem Kometen. Wir geben in unserer Beilage eine Abbildung des englischen Originalblattes, das um etwa $^1/_3$ verkleinert ist, und hierbei eine freie Übersetzung des Textes wieder. Es findet sich sowohl der Komet 1618, dessen Erscheinen den 30jährigen Krieg veranlaßt haben soll, wie auch der erwähnte Komet aus dem Jahre 1652 in dem folgenden Verzeichnis mehrfach angeführt ist.

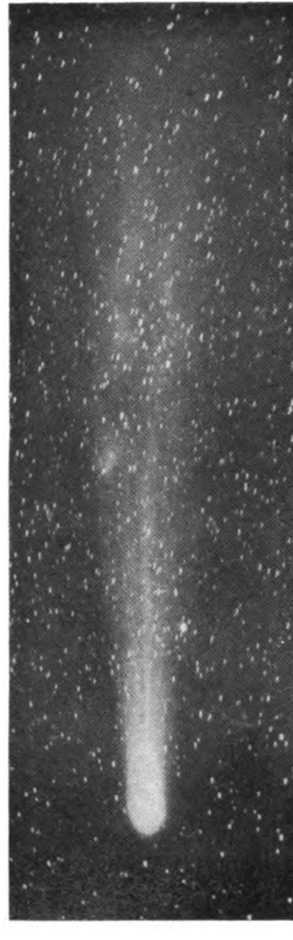
[1]) Verlag der Treptow-Sternwarte, Preis brosch. M. 1,–, geb. M. 1,60.



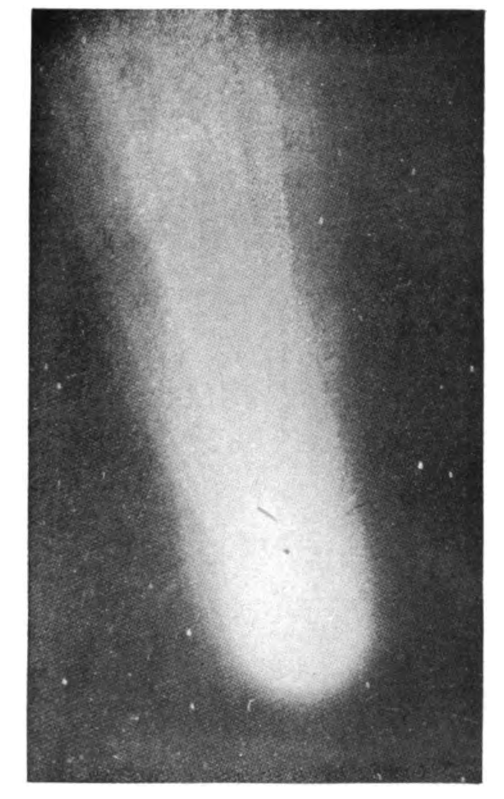
Der Halleysche Komet
vor und nach der Begegnung mit der Erde.



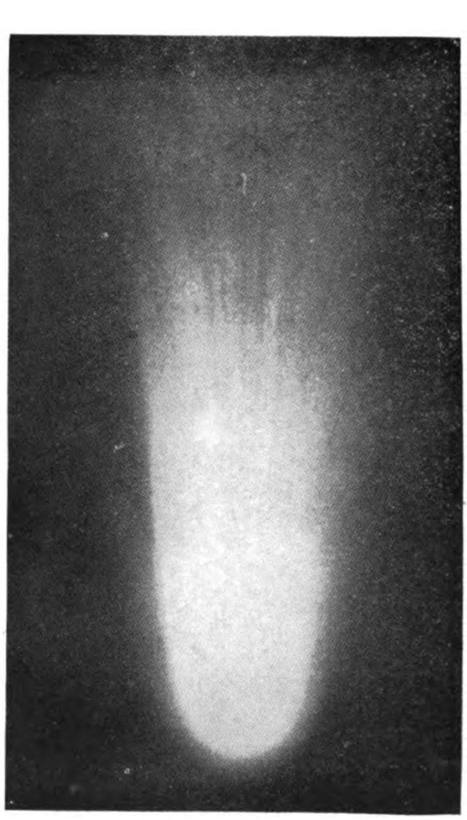
1910, Juni 6. $8^h\ 50^m - 10^h\ 55^m$.



1910, Juni 7. $8^h\ 47^m - 10^h\ 47^m$.



1910, Mai 1. $15^h\ 42^m - 16^h\ 5^m$.



1910, Mai 5. $15^h\ 17^m - 15^h\ 53^m$.

Um eine spätere Vervollständigung dieses Verzeichnisses vornehmen zu können, ohne die Nummern der chronologisch geordneten Kometeneinblattdrucke umändern zu müssen, habe ich nur die Zehner bei der Numerierung benutzt.

Übersetzung des in unserer Beilage wiedergegebenen englischen Kometen-Einblattdruckes vom Jahre 1664.

PORTRAIT
des neuen wunderbar
leuchtenden Sternes,

der im Inneren *Oesterreichs* und den angrenzenden Teilen *Kroatiens* zu sehen war; er stand zum Schrecken der Bewohner über *Rackelsburg* und *Czackenthurn* vom 12. Januar 1664 an einige tagelang morgens zwischen zwei und drei Uhr.

Dieser unnatürliche und Schrecken verbreitende, am Firmament in feuriger Gestalt erschienene Stern, eine leuchtende Fackel des göttlichen Zornes, wird als Vorläufer großer Kriege und darauffolgendem Elend gefürchtet; er gleicht dem Stern, der im Jahre 1618 30 Tage lang in ganz Deutschland zu sehen war und den unheilvollen 30 jährigen Krieg zur Folge hatte, es ist ein ähnliches Zeichen wie jener Stern, der im Jahre 1652 erschien und auf den die *polnischen, schwedischen* und *dänischen* Kriege folgten. Dieser wundervolle Stern, in dessen Innerem zwei Halbmonde gesehen werden konnten, ist zweifellos ein Vorläufer von furchtbaren Veränderungen, die der Erzfeind des Christentums hervorbringen wird, der mit einem erstaunlichen Heer in das christliche Reich eingefallen und gedroht hat, mit stärkerer Macht wiederzukommen und schreckliche Verwüstungen anzurichten. Damit nun Gottes strafende Hand zurückgehalten und die uns drohenden Uebel abgewendet werden mögen, laßt uns auf unsere Knie fallen, aufrichtige Reue und Buße tun und mit unseren Gebeten nicht nachlassen. Sintemal *Neubarthus* in seinem Kalender 1663 schließt, daß unter dem Zeichen einer großen Konjunktion von *Saturn* und *Jupiter* in dem feurigen Zeichen des Sagittarius dieser leuchtende Stern nach astrologischen Vermutungen seinen Ursprung hat, überall ertönt der warnende Ruf, sich schnell vom Bösen abzukehren und wahre Buße zu tun.

Aus dem Hochdeutschen.

SCHILDERUNG
des übernatürlichen neuen
leuchtenden Sternes,

der in *Oesterreich*, hauptsächlich über *Rackelsburg* und *Czackenthurn* an einigen Tagen morgens zwischen zwei und drei Uhr vom 12. Januar 1664 an zum großen Erstaunen der Bewohner zu sehen war.

Wir erkennen deutlich wie in einem Spiegel, daß die Wiederkunft Christi und die letzten Zeiten bevorstehen, denn die Zeichen und Wunder, die am Himmelsfirmament bei Sonne, Mond und Sternen beobachtet werden können, sind nichts als eine Warnung und Drohung, damit die Menschen umkehren und von ihren sündigen Wegen lassen sollen. Daraufhin halten wir es für gut den schrecklichen Stern zu beschreiben, dessen Portrait uns aus *Deutschland* gesendet wurde.

Dieses unnatürliche und noch niemals gesehene Himmelszeichen, dieser wundervolle Stern erschien am Firmament in schrecklicher Gestalt und als feurige Fackel des göttlichen Zornes. Man fürchtet, daß dieser Komet schwere Kriege und Zwistigkeiten zur Folge haben wird, wie auch jener im Jahre 1618 in ganz Deutschland 30 Tage lang gesehene Stern einen 30 jährigen blutigen Krieg nach sich zog und der im Jahre 1652 beobachtete Stern die *polnischen, schwedischen* und *dänischen* Kriege verkündete, umsomehr, da er von wunderbarer Gestalt ist. Zwei Halbmonde in der Mitte des Sternes sollen die beiden Arme *Ottomans* versinnbildlichen, der mit seinen kriegerischen Vorbereitungen ganz Europa in Staunen und Schrecken versetzt. Doch der Herr des Himmels scheint sich dem Christentum wieder in Gnaden zuzuwenden und diese Zwistigkeiten beseitigen zu wollen. *Neubarthus* hält in seinem letzten, 1663 erschienenen Kalender diesen leuchtenden Stern für eine Wirkung der großen Konjunktion von Saturn und Jupiter in dem feurigen Zeichen des Sagittarius. Einige Astronomen erachten es für gut, daß solches alles veröffentlicht werden sollte.

Aus dem Niederdeutschen.

Chronologisches Verzeichnis alter Kometen-Einblattdrucke.

1460 Dieser Comet ist erschienen im 1460. Jhar. Oben 4 Z. Vers: O du Babst o du Furst von Meilandt wie ist dein Haus und deines mitgenossen so weibisch das er alle nur Krieg auff euch leget und fellett. *(Arch. 10.)*

1531 Von dem Cometen oder Pfawenschwantz / so in etlichem hochteutschen land x. tag des Augsten sich zuerst erzeigt, und darnach viel naecht . . . am himmel gesehen ist . . . 1 Stern mit Schweif, links neben ein lat. Vers: „Tu steriles agros, et inama nota colom“ etc., unten 3 Absätze Text: Was es sey. Wie es werd. Sein auslegung und wircken.“ fol. *(Arch. 20.)*

1540 Dise zween stern mit langen krommen flammen / seind zu Wurmbs am 27. Novrembis . . . auffgange etc. — 2 Sterne mit Schweifen, darunter 4 Zeilen Text. *(Arch. 30).*

1556 „Ein erschrocklich wunderzeichen / von zweyen Erdbidemen / welche gesehen seind zu Rossanna und Constantinopel / Im 1556. Jar.“ Darstellung des über Konstantinopel im März sichtbar gewesenen grossen Kometen, sowie einer am 13. Mai ebendort wahrgenommenen Sternkonstellation. Unten 24 Doppelzeilen Text. „Zu Nürnberg bey Herman Gall / Brieffmaler / in der Kotgassen.“ *(Arch. 40.)*

— Derselbe. Ein erschröcklich wunderzeichen / von zweyen Erdbidemen / welche gesehen sind zu Rossanna und Constantinopel im 1556. Jar. 12 Doppelzeilen Text. Zu Nürnberg bey Hermann Gall / Brieffmaler in der Kotgassen. *(Arch. 50.)*

1573 Bericht über den — Cometen — mit seinem Prognostico zu betrachten. Holz. Zur Seite und unten Text, 2 sp.: Sinte mal sich bey den Gelehrten“ etc. Darunter gereimtes Prognostikon. Gedruckt zu Strassburg, durch Bernhard Jobin. fol. (Drugul. 435.) *(Arch. 60.)*

1577 (2. März und 27. Sept.) „Von den Erschrockenlichen Wunderzeichen dem newen Cometen, zweyen Finsternussen, Erdbidmen vnd blutigen Bach zu Kertzers (in Bern) Anno 1577.“ Holz. Unten langer Text 2 sp: Erschrockenliche Wunderzeichen beide oben am Himmel etc. Gedruckt zu Basel, bey Samuel Apiario. 1577. fol. (Drugul. 507.) *(Arch. 70.)*

1580 (4.—25. Oct.) Von dem Cometen, welcher im October dises LXXX. Jars erstlich erschinen vnd noch am Himmel zu sehen ist. Autore Georgio Henischio.“ Unten lange Beschreibung 3 sp.: ES hat Gott der Allmechtig — Vigilate et orate. Holz. mit Angabe der Sternbilder. Col. Gedr. zu Augspurg durch Hanss Rogel Formschneider. gr. fol. (Drugul. 597.) *(Arch. 80).*

— Derselbe Comet zu Nürnberg gesehen. Oben „Erinnerung vnd Warnung, von dem jetzt scheinenden Cometen †‡†† so erschienen.“ Unten Text 2 sp.: „Die erfarung gibts, das auff erscheinung der Cometen — nicht mutwilligklich verachten, Amen. Holz. col. Zu Nürnberg bei Hans Macken Brieffmaler, ins Ayrershof, beym Thiergärtner Thor. fol (Drugul. 598.) *(Arch. 90.)*

1581 (29. Jan.) „Ware Contrafactur des jüngsten Zorn vnd Wunderzeichen — sich gentzlich in diser gestalt zu Nürnberg vnd andern vilen orten sehen lassen.“ Unten Gottesfürchtige Vermahnung und ein Gebet 2 sp.: Es haben sich nu in wenig Jaren hero — Erlösers vnd Heylands willen, Amen. Holz. col. „Zu Nürnberg, bei Leonhardt Blümel Brieffmaler, beymt Newen Thor, hinder dem gulden Stern.“ fol. (Drugul. 600.) *(Arch. 100.)*

1618 (1. Dec. und 1619 2. Jan.) Zwei neue Klagelieder, wie sich zu Augsburg haben drei Engel sehen lassen und von neuerschienen Kometen. O.: Ein schönes neues Klaglied von der letzten Zeit — im Thon: Wie schön leucht uns der Morgenstern. — Dann: die ander Zeitung von dem Neuen Cometstern. In Thon: Kompt her zu mir spricht Gottes Sohn. Zu Seiten und unten 2 sp. Lieder: Wach auf etc. Gedruckt zu Laingen durch Jacob Senfft, im Jahr 1619. fol. (Drugul. 1361.) *(Arch. 110.)*

— (Dec. bis 1619.) Comet und Wundzeichen. Erschröckliche Wunderwerck — so sich vnlangst inn Vngern vnd an mehr Orthen zugetragen. Ein Komet, eine blutige vom Himmel fallende Fahne, ein Meteorstein u. A. Unten 2 sp. Beschr.: Wann ein Obrigkeyt, arme Sünder — Gott erhalt sein häufflein Amen. Holz. col. Getruckt zu Augspurg, bey Georg Kress, Brieffmaler. fol. (Drugul. 1362.) *(Arch. 120.)*

1623 (10. Aug.) Newe Zeittung Welcher gestalt sich — vber — Constantinopel ein Cometstern mit erschrecklichen vnd grausamen Fewerigen Stralen neben dreyen Christlichen Kriegspersonen am Firmament — sich sehen lassen — aussgelegt worden Unten 3 sp. 30 Strophen Auslegung: Hoert zu jhr lieben Christenleut — In won vnd Frewden Leben Amen. Rad. fol. (Drugul. 1617.) *(Arch. 130.)*

1649 Des Newen Cometen, Eigentliche Abbildung. Welcher sich in dem vergangenen 1649. Jahr den 28. Dec. . . . a. . . . Abend umb 11 Uhr über der Stadt Warschau

in Pohlen hat sehen lassen. Der Comet als Schreckensrute dargestellt mit nach rechts gekehrtem Schweif. Darunter 2sp. Text, links deutsch, rechts dänisch. Erstlich gedruckt zu Hamburg / Im Jahr 1650. *(Arch. 140.)*

1652 (14.—18. Dec.) Observationes Cometae. Grosser Komet, zu Regensburg beobachtet. Rechts seine scheinbare Grösse und Gestalt, links seine Bahn „Getruckt zu Cölln Bey Abraham Hohenberg — 1653.“ fol. (Drugul. 2361.) *(Arch. 150.)*

— Eigentlicher Abriss und Situation — gesehen worden. Rechts seine scheinbare Gestalt, links seine verschiedenen Stellungen zum Sternbild des Wagens am 14., 15. und 16. December. S. Furck exc. qu. fol. Drugul. 2372.) *(Arch. 160.)*

— Pars Coeli in planum projecti etc. Rechts seine Erscheinung in zwei verschiedenen Formen, links seine Bahn durch die Sternbilder E. Brun fec. G. Altzenbach exc. Cöln. Mit lat. u. deutschem Typentext zu Seiten. gr. qu. fol. (Drugul. 2373.) *(Arch. 170.)*

1653 (15. Oct.) Wahrhafftige — beschreibung Von dem grossen Cometstern — welcher — an vielen Orten gesehen worden — In ein Gesang verfast. Im Thon Hilff Gott, dass mir geligne. Der Komet über Erfurt. Holz. Unten Gesang in 20 Strophen: Merckt auff jhr Menschenkinder etc. Erstlich Gedruckt zu Erffurt bey Jacob Sing. fol. (Drugul. 2394. *(Arch. 180.)*

1661 (29. Jan.) Komet zu Strassburg beobachtet auf seiner Bahn zwischen den Sternbildern des Adlers u. Delphins. O. i. T.: Die Erste Observation dess Cometen. U. die gereimte Anzeigung der acht Unglücksfälle, die ein Komet bedeutet: Acht Hauptstuck sind etc. Durch M. E. Weigel, Math. 4. (Drugul. 2535.) *(Arch. 190.)*

— Abbild- u. Beschreibung des Cometen. An den Seiten Beschreibung u. unten gereimte „Bedeutung der Cometen insgemein samt beigefügtem Trost für die frommen. 4. (Drugul. 2536.) *(Arch. 200.)*

— Kurze Auffmerckung über den Comet Stern etc. U. Text mit Bericht über frühere Kometen-Erscheinungen u. deren Bedeutung. fol. (Drugul. 2537.) *(Arch. 210.)*

— (11. Februar.) Derselbe, wie er zu Augsburg beobachtet worden: Cometa crinitus. 8. (Drugul. 2538.) *(Arch. 220.)*

1663 (10. Dec. bis 1664 2. Jan.) Abbildung unterschiedlicher Zeichen u. Wunder — zu treuer Warnung vorgestellt. Dieselben Himmelszeichen und ein grosser zu Grätz gesehener Komet. U. 2 sp. Beschr. u. Deutung. Frankfurt bey Abr. Aubry. fol. (Drugul. 2592.) *(Arch. 230.)*

1664 (29. Jan.) Abbildung dess Neuen Comet- und Wunder-Sterns, wie sich derselbe in den innern österreichischen Landen — hat sehen lassen. U. 19 Zeilen Deutung: Diese übernatürliche — Soviel in Eil zur Nachricht. — Nürnberg bei P. Fürst. fol. (Drugul. 2595.) *(Arch. 240.)*

— (2. Juni.) Wahre vnd eigentliche abbildung des schröcklichen Comet Sterns. Christ. Schmidt. fec. 4. (Drugul. 2596.) *(Arch. 250.)*

— Derselbe, fast ebenso mit etwas veränderter Schrift: Dieser schreckliche Comet Stern ist zu Grätz etc. 8. (Drugul. 2597.) *(Arch. 260.)*

— Derselbe, mit breitem, nach rechts gekehrtem Schweif: Dieser Grausame V. Erschreckliche Comet Stern etc. — Zu finden bey Joh. Hoffman. qu. 4. (Drugul. 2598.) *(Arch. 270.)*

— (7. bis 18. Dec.) Wahre vnd eigentliche Verzeichnus des Newen Cometen — in Frankreich, Lothringen, Elsass vnd andern Orten mehr gesehen worden. Ansicht desselben mit den Sternbildern seiner Bahn. Unten ein Judicium „Von den Cometen insgemein“ und „Von dem letzt erschienenen Cometen insonderheit. fol. (Drugul. 2629.) *(Arch. 280.)*

— Derselbe, zu Basel von J. Meyer beobachtet, mit der Ansicht von Klein-Basel. Oben: Eigentlicher Abriss dess newscheinenden Cometen etc., unten 2 sp. Geistliche Betrachtung hierüber. fol. (Drugul. 2630.) *(Arch. 290.)*

— Derselbe, zu Strassburg von E. Welper beobachtet; Observation Dess Cometens. Unten ein: Astrologisches Urtheil Λon vermuthlicher Bedeutung dieses Cometens. Strassburg, gedruckt bei Joh. Welper. fol. (Drugul. 2631.) *(Arch. 300.)*

— Derselbe, zu Ulm beobachtet. Rad. J. Arnold fec. U. 19 Zeilen Tert. Ulm bey Balt. Kühnen Buch drucker. fol. (Drugul. 2632.) *(Arch. 310.)*

— Derselbe, mit breitem Schweif, zu Nürnberg beobachtet, unter dem Kopf des Sternbildes des Raben. Unten 3 Zeilen gestochener Text: Im Jahr Christi 1664. Joh. Hofman exc. qu. 4. (Drugul. 2633.) *(Arch. 320.)*

— Dieser Stern ist zu Nürnb. — gesehen worden. Oben 7 Zeilen Typenschrift. Eigentliche Abbildung, und erschröcklicher Cometenblick etc. qu. fol. (Drugul. 2634.) *(Arch. 330.)*

— Derselbe, zu Augsburg beobachtet. Unten 4 Zeilen gestochene Schrift. Anno 1664 den 18. Decembris etc. Mart. Zimmermann exc. 4. (Drugul. 2635.) *(Arch. 340.)*

— Eigentliche Abbildung des grossen Cometen — dessen Bedeutung ist Gott bekannt. qu. 4. (Drugul. 2636.) *(Arch. 350.)*

— Dasselbe Bl. vor der Angabe der Länge des Schweifes. (Drugul. 2637.) *(Arch. 360.)*

— Derselbe, zu Ingolstadt observirt. U. 10 Z.: Cometa observatus Ingolstadij etc. 4. (Drugul. 2638.) *(Arch. 370.)*

— Derselbe, seine unterschiedlichen Standpunkte am Firmament. Unten 3 sp.: Figürliche Darstellung Des erschrocklichen Cometen etc. H. Sultzer fec. qu. fol. (Drugul. 2639.) *(Arch. 380.)*

— Derselbe, nebst seiner Beobachtung im Januar 1665 von Adam Herdrich in Regensburg: Observation zweyer Cometen oder Schwantzstern etc. U. 20 Z. Text fol. (Drugul. 2640.) *(Arch. 390.)*

— Punktierter Kupferstich: Wahrer natürlicher — Abbriss Dess newen Cometen. U. 2 sp. Text. fol. (Drugul. 2641.) *(Arch. 400.)*

— Derselbe, zu Rom von Athan. Kircher beobachtet. Bericht an Herzog August von Braunschweig. O.: Kurtzer Bericht von dem Cometen u. dessen Lauff etc., unten 30 Z. Text. fol. (Drugul. 2642.) *(Arch. 410.)*

— Derselbe Comet:

Pourtraict of the New Wonderful Blazing Star, Which appear'd to the Inner-Austrian Countries, and the adjacent Parts of Croatia, standing over Rackelsburg and Czackenthurn, seen betwixt two and three of the Clock several mornings, from the 12th of January, 1664, to the terrour of the Beholders. (Das Portrait eines neuen wunderbar leuchtenden Sternes, der im Inneren Österreichs und den angrenzenden Teilen Kroatiens zu sehen war; er stand zum Schrecken der Bewohner über Rackelsburg und Czackenthurn vom 12. Januar 1664 an einige tagelang morgens zwischen zwei und drei Uhr.)

Delineation of a Marvellous New Blazing Star, Which appeared to Austria, chiefly about Rackelsburg and Czackenthurn, seen several mornings betwixt two and three of the Clock, from the 12th of January, 1664, to the amazement of the Beholders. (Schilderung des übernatürlichen neuen leuchtenden Sternes, der in Österreich, hauptsächlich über Rackelsburg und Czackenthurn an einigen Tagen morgens zwischen zwei und drei Uhr vom 12. Januar 1664 an zum großen Erstaunen der Bewohner zu sehen war.)

Abb. des Kometen mit nach rechts gekehrtem Schweif. Unten 2sp. Text. London, Printed by J. M. and are to be sold by E. Brewster. *(Arch. 420.)*

(Schluß folgt.)





Kleine Mitteilungen.

Über die Entwicklung der kosmischen Nebel veröffentlicht Fr. Nölke neue Anschauungen in den A. N. 4509, die auf den Untersuchungen fußen, welche auf dem Gebiete der elektrischen Strahlung und bei den Vorgängen der radioaktiven Stoffe zu einer neuen Entwicklung der Physik geführt haben. Die festesten Stützen der Physik, die Hypothese der Unteilbarkeit des Atoms und das Prinzip der Unveränderlichkeit der Masse sind bekanntlich hierdurch ins Wanken geraten. Man wies nach, daß das elektrische Elementarquantum, das sogenannte Elektron, beim Aufbau der Materie die Hauptrolle spielt und nicht, wie man bisher annahm, das chemische Atom. Nachdem Lenard durch Untersuchungen über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeiten nachgewiesen hatte, daß im Innern des chemischen Atoms elektrische Feldstärken von so gewaltiger Größe vorhanden sind, wie wir sie niemals herstellen können, wurden die Physiker in ihrer Anschauung bestärkt, daß das Atom als ein Komplex elektrischer Vorgänge zu betrachten ist. So konnten in befriedigender Weise auf einheitlicher Grundlage durch die Elektronentheorie alle elektrischen und optischen Erscheinungen ihre Erklärung finden. Da sich weiter herausstellte, daß das elektrische Feld der Atome noch über ihre Begrenzung herausreicht, so besteht auch die Aussicht, noch die sogenannten Molekularkräfte, wie Kohäsion, Adhäsion, Festigkeit, Elastizität auf elektrische Vorgänge zurückzuführen. Auf diese Weise hat die alte Vorstellung, daß die chemischen Elemente nur Modifikationen eines und desselben Urstoffs, eines elektrisch geladenen Atoms sind, eine wissenschaftliche Stütze erhalten.

Im Weltall selbst müssen wir nun Gebilde finden, da alle Weltkörper eine Entwicklung durchmachen, die uns das Anfangsstadium ihrer Entwicklung vor Augen führen. Die sogenannten echten kosmischen Nebel dürften zweifelsohne eine solche frühe Stufe in der Entwicklung der Weltkörper darstellen. Ihre physikalische Beschaffenheit kann nach Nölke zweierlei Art sein: Entweder bildet der Nebel eine einheitliche, nur den Gesetzen der Gasausdehnung unterliegende Masse, oder die Nebelteilchen sind frei beweglich. Der erste Fall kann nur bei den wenigen Nebeln mit kugelförmiger, ellipsoidaler oder birnenförmiger Gestalt stattfinden, bei den sogenannten planetarischen Nebeln, deren Entwicklung infolge der Wärmeaustrahlung und der hieraus folgenden Zusammenziehung sich leicht übersehen läßt und zur Bildung der engeren doppelten und mehrfachen Sternsysteme führt. Hierüber finden unsere Leser im Weltall Jahrg. 11 Seite 261 in der Notiz „Die Entwicklung der Doppelsterne“ nähere Angaben.

Nölke verfolgt nur die Entwicklung der Nebel der zweiten Art, zu welchen alle unregelmäßig, wolkig oder spiralig geformten Nebel gehören. Sind die einzelnen Nebelteilchen frei beweglich, so müßte im allgemeinen ein Zerfallen der Nebelmasse herbeigeführt werden, wenn nicht im Nebel Kräfte vorhanden sind, die die Möglichkeit einer Kontraktion zulassen. Eine solche nachzuweisen, ist der Zweck der Nölke'schen Arbeit. Um dies zu erreichen, verfolgt er auf Grund der physikalischen Anschauungsweise die Entwicklung der Weltkörper noch weiter rückwärts als das Nebelstadium, dessen Zustand, wie das Spektrum ergibt, schon fertige Atome wie z. B. das Wasserstoffatom enthält.

Das Ursprüngliche müssen die positiven und negativen Elektronen sein, die anziehende und abstoßende Kräfte aufeinander ausüben. Wir müssen uns vorstellen, daß diese Elektronen im Raume an manchen Stellen nahe bei einander liegen, an anderen wieder mehr zerstreut vorkommen. Nur im ersteren Falle werden sie sich nach und nach zu materiellen Atomen vereinigen. Mit der langsameren oder schnelleren Annäherung der Elektronen sind mehr langwellige oder kurzwellige Strahlungen verbunden, deren spektroskopischer Charakter durch die innere Konstitution der Atome bestimmt wird. Von nun an tritt der Weltkörper als Nebel erst in Erscheinung. Die bereits entstandenen Atome und die noch frei beweglichen Elektronen üben Kräfte auf einander aus, die den weiteren Entwicklungsgang des Nebels bestimmen werden. Haben sich gleich viel positive und negative Elektronen zu Atomen verbunden, so sind diese elektrisch neutral; sie können also weder anziehende noch abstoßende Wirkung auf die noch freien Elektronen ausüben, jedoch zwischen ihnen selbst wird nunmehr die Gravitation wirksam. Es muß daher im Innern des Nebels, da die Atome nach und nach aus den Elektronen entstehen, die Gravitation sich vergrößern und damit der Abstand der Atome selbst kleiner werden. Es muß mithin eine stetig fortschreitende Kontraktion des Nebels eintreten. Ist die Masse des Nebels beispielsweise auf den zehnfachen Betrag gewachsen, so muß der Durchmesser des Nebels nur noch den zehnten Teil des ursprünglichen betragen.

Es ist Nölke gelungen, unter Benutzung der Mittel, die die moderne Physik an die Hand gibt, das Vorhandensein von Kontraktionskräften auch bei den Nebeln von unregelmäßiger Gestalt, bei denen die einzelnen Nebelteilchen frei beweglich sind, nachzuweisen und damit die Schwierigkeit, die bisher der Bildung von einfachen, doppelten und mehrfachen Sternen aus solchen Nebelteilchen entgegenstand, aus dem Wege geräumt zu haben. F. S. Archenhold.

* * *

Die Konstitution der Jupiterstreifen. Am Refraktor der Barcelonaer Sternwarte hat Herr Comas Sola in der Nacht vom 3. zum 4. Mai 1911 bei sehr ruhiger Luft eine sehr wichtige Beobachtung gemacht (Revista de la Sociedad astronómica de España 1911, Junio). Die dunklen Striche in den Rändern der Äquatorialstreifen, die bisher immer als breite verwaschene Bänder dargestellt worden sind, lösten sich schon bei 250facher Vergrößerung in Kolonnen von kreisförmigen, absolut schwarzen Flecken auf mit einem mittleren Durchmesser von 0″,25 (800 km). Auch die schwachen guirlandenähnlichen Bänder der Äquatorialzone lösten sich bei sehr ruhiger Luft in zerstreute Flecken auf. Durch diese wichtigen Beobachtungen wird die früher vermutete Verwandtschaft zwischen den Jupiter- und den Sonnenflecken gewissermaßen bestätigt.

* * *

Eine große Wasserhose beobachtete der Sekundaner Herr Fritz Stege aus Berlin während seines Aufenthaltes in dem Ostseebade Rewahl am Dienstag, den 15. Aug. 1911, worüber er uns folgendes schreibt: „Es war gegen 11 Uhr vormittags, als ich einen Spaziergang die Düne entlang machte. Ein starker Westwind trieb eine schwarze Wolkenwand vor sich her, die nach unten zu in Mammato-cumuli-Wolken ausging und bis zum Horizont einen Streifen unbedeckten Himmels frei ließ, der in gelblichem Lichte leuchtete und eine geringe Breite besaß. Meine Aufmerksamkeit wurde aber durch einen schwarzen Keil erregt, der wie ein Zahn oder Hauer aus der Wolke hervorragte und mit ihr sich schnell nach Osten fortbewegte. Allmählich ging der Keil in einen langgestreckten Trichter über, jedoch ohne daß dessen feine Spitze das Wasser berührt hätte. Da sah ich, wie das Wasser senkrecht unter dem Trichter eine leichte Erhöhung zeigte, und bei näherem Hinsehen bemerkte ich, daß er unten in eine Röhre ausging, die beinahe so hell wie Silber glänzte und den Horizont zu berühren schien. Es gewann den Anschein, als ob an dem Berührungspunkte mit dem Wasser ein Dampfer entlang zöge. Um die Röhre herum zog sich nun eine kleine graue Wolke, die allmählich an Ausdehnung zunahm und bald besser, bald schlechter zu sehen war. Währenddessen krümmte sich die Röhre spiralförmig, so daß sie schließlich ganz schief von rechts oben nach links unten gerichtet war. Allmählich aber wurde die Erscheinung immer undeutlicher, bis sie zum Schluß ganz im Osten unter Regenschauern verschwand. Bis zuletzt war aber, wenn auch sehr schwach, die obere Trichterform zu erkennen. Das ganze Ereignis hatte noch nicht eine halbe Stunde gedauert." — Über die Entstehung von Wasserhosen vergl. den Artikel: „Mehrfache Wasserhosen" von F. S. Archenhold. „Das Weltall" Jg. 11, Heft 9.

Bücherschau.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher.

Auerbach Felix., Die Grundlagen der Musik. 209 Seiten mit 71 Abbildungen, erschienen in „Wissen und Können", Sammlung von Einzelschriften aus reiner und angewandter Wissenschaft, herausgegeben von Prof. Dr. B. Weinstein, Leipzig 1911. Verlag von Johann Ambrosius Barth, gebunden 5.— M.

Thurn H., Die Verkehrs- und Nachrichtenmittel im Kriege. 278 Seiten mit 32 Abbildungen, in „Wissen und Können." Sammlung von Einzelschriften aus reiner und angewandter Wissenschaft, herausgegeben von Prof. Dr. B. Weinstein, Leipzig, 1911. Verlag von Johann Ambrosius Barth, gebunden 6,— M.

E. Belot, Essai de Cosmogonie Tourbillonnaires. Paris 1911. Gauthier Villars, Imprimeur Libraire; du bureau des Longitudes, de l'école polytechnique. 280 Seiten.

George Ellery Hale, director of the Mount Wilson Solar Observatory. The Study of Stellar Evolution. An account of some recent methods of astrophysical research. Chicago: the university of Chicago Press and London: William Wesley and Son. 252 Seiten.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 23. **Verlag der Treptow-Sternwarte, 1911 (Erstes Septemberheft).**
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt - Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Neues vom Kometen Brooks 1911c.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Der neue Komet nimmt an Helligkeit ständig zu, freilich nicht ohne Lichtschwankungen zu machen, über die wir später noch berichten werden. Ich schätzte ihn durch Anschlüsse an benachbarte Sterne nach der Argelanderschen Stufenmethode am

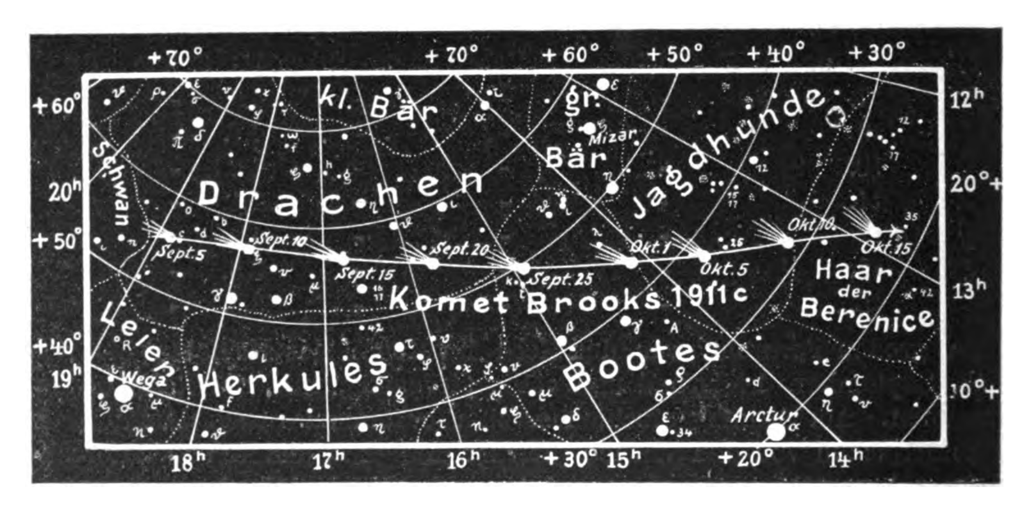
4. und 6. September	so hell	wie	einen	Stern	4,8.	Größe
7. - 8.	-	-	-		4,6.	-
9.	-	-	-		4,7.	-
10.	-	-	-		4,2.	-
11.	-	-	-		4,1.	-
12.	-	-	-		4,2.	-
15.	-	-	-		3,6.	-
16.	-	-	-		3,9.	-

Im großen Fernrohr war der Kern im Kopfe des Kometen bis Sonntag, den 17. September, kreisrund und völlig sternartig, nur am Rand etwas verschwommen. Am Sonntag erschien er zum erstenmal etwas länglich. Er ist jetzt sofort schon von den Sternen gleicher Helligkeit dadurch zu unterscheiden, daß er mehrere Bogenminuten Ausdehnung zeigt und bedeutend heller und größer als der mit bloßem Auge sichtbare Adromeda-Nebel ist. Auf beifolgender Karte ist sein Lauf bis zum 15. Oktober nach einer Neubestimmung von Schiller und Kobold in A. N. 4522 aufgezeichnet. Hiernach rückt der Komet am 23. September aus dem Sternbilde des Drachens in den Bootes und am 1. Oktober von diesem in die Jagdhunde, um alsdann am 10. Oktober

in das Haar der Berenice einzutreten. Während der ganzen Zeit bleibt sein Lauf fast parallel mit der Verbindungslinie Wega, dem hellsten Stern in der Leier und Arktur, dem hellsten Sterne des Bootes. Am 1. Oktober weisen die drei Deichselsterne des großen Bären gerade auf den Ort des Kometen. Für die Besitzer unseres Schulfernrohres mit Kreisen geben wir noch seine Örter anbei wieder.

1911	Rektascension	Deklination	Entfernung in Millionen Kilometer von der Sonne	Entfernung in Millionen Kilometer von der Erde
Sept. 25	14h 55m 37s	+ 49° 44′,7	133	79
26	46 35	48 44,5		
27	37 56	47 41,9		
28	29 40	46 36,9		
29	21 47	45 30,0	122	81
30	14 14	44 21,0		
Okt. 1	7 2	43 10,2		
2	14 0 9	41 57,7		
3	13 53 35	40 43,6	112	84
4	47 18	39 28,1		
5	41 18	38 11,1		
6	35 34	36 52,8		
7	30 6	35 33,1	103	87
8	24 53	34 12,2		
9	19 56	32 50,1		
10	15 14	31 26,9		
11	10 46	30 2,5	94	92
12	6 33	28 37,1		
13	13 2 34	27 10,7		
14	12 58 51	25 43,1		
15	12h 55m 22s	24° 14′,5	86	98

Der Komet stand am 17. September der Erde am nächsten, wird aber noch weiter an Helligkeit zunehmen, obgleich er sich jetzt schnell von der Erde entfernt. Am 15. Oktober beträgt seine Entfernung von der Erde bereits 98 Millionen



Lauf des Kometen Brooks 1911c vom 5 September bis 15. Oktober.

Kilometer, der Sonne ist er aber bis auf 86 Millionen Kilometer nahe gerückt. Infolgedessen treten die Wirkungen in erhöhtem Maße ein, welche eine größere Helligkeit des Kometen verursachen, wie Wirkungen der elektrischen Strahlen und Verdampfung der Gase, aus denen der Komet hauptsächlich besteht. Der

größere Lichtdruck, welcher von der gesamten Sonnenstrahlung ausgeht, kann dann auch zur Entwickelung eines Schweifes führen.

Von Pickering wird gemeldet, daß nicht nur, wie schon im vorigen Hefte berichtet wurde, die Kohlenwasserstoffbande von 516 Mikron Wellenlänge, sondern auch noch die beiden anderen Banden 473,7 und 388,3 Mikron auf Aufnahmen des Kometenspektrums gleich hell zu sehen sind.



Das Schicksal der Planeten von Svante Arrhenius.

Kritik von Adrian Baumann, Zürich.

Über das Schicksal der Planeten ist selbstredend eine Beweisführung ungemein schwierig, und es ist vorauszusehen, daß sich über diese Frage Behauptungen aufstellen lassen, die weder bewiesen noch widerlegt werden können. Wenn also ein Forscher vom Rufe und den Fähigkeiten des Herrn Arrhenius mit dieser Frage nicht nur Ball spielt, sondern sich ernsthaft damit beschäftigt, so findet er genug zu schreiben, ohne daß er sich der Gefahr einer sofortigen Widerlegung aussetzt. Leider wird aber die Planetenforschung vielfach nicht voraussetzungslos, sondern als wissenschaftlicher Sport betrieben.

Das Schicksal der Planeten oder — wir sprechen besser und bescheidener in der Einzahl — das Schicksal der Erde ist nach Arrhenius in erster Linie der Mars, noch später der Mond. Diese Einteilung läßt sich hören, obgleich sie in bezug auf den Mond nicht einwandsfrei ist. Denn der Mond ist doch kein selbständiger Planet, und Herr Arrhenius nimmt auf Seite 48 selbst an, daß der größte Teil seines Wassers (als Dampf) von der Erde angezogen wurde. Diese Annexion von Mondwasser durch die Erde und der wohl gleichzeitige Raub der Mondluft durch die überlegene Anziehungskraft der großen Erdmasse beeinträchtigt die Vergleichbarkeit in empfindlicher Weise; denn wenn ein Wanderer im kalten Weltenraum dem andern Luft und Wasser, Rock und Hemd auszieht und damit den eigenen Mantel besser füttert, so ist doch wahrscheinlich das spätere Schicksal der beiden von einander verschieden. Es sei aber hier auf den Mondvergleich verzichtet, weil die Erde jedenfalls zuerst den Marszustand erreichen muß, der genug zu denken gibt.

Vor allem müssen wir die Zustände auf dem Mars erst kennen, bevor wir sie unseren Zeitgenossen als Spiegel der Zukunft der Mutter Erde vorhalten können. Herr Arrhenius ist der Ansicht, daß das Wasser des Mars längst gefroren und mit Erde bedeckt sei. Die Oberfläche des Mars ist so der freie Tummelplatz von ungeheuren Mengen Wüstensand, von dem Herr Arrhenius bereits weiß, daß er viel feiner ist als der unsere. Diesen Sand hat Herr Arrhenius nötig, um Veränderungen der Marsoberfläche, besonders aber um die ungeheure graugelbe Wolke zu erklären, die man 1909 gesehen hat. (Seite 39.) Das sei eine Wolke aus wirbelndem Wüstensand gewesen. Es gehört aber ein sehr großes und tiefes barometrisches Minimum dazu, um einen Sturm zu erzeugen, der auf einmal so viel Sand aufwirbelt, um während Wochen Gebiete wie ganz Europa, das mittelländische Meer und Kleinasien zu verschleiern. Wodurch aber entstehen Winde und Stürme? Ihre letzte Ursache ist die Sonnenstrahlung, und da diese auf dem Mars nicht halb so stark ist wie bei uns, ist dort bei sonst gleichen Verhältnissen auch die Energie der Winde

entsprechend geringer. Außerdem entstehen starke Winde dadurch, daß bei teilweiser Bewölkung des Planeten die Erwärmung eine ungleiche ist, besonders aber dadurch, daß aufsteigende warme, mit Wasserdampf gesättigte Luft immer höher hinauf drückt, weil durch Wolkenbildung genügend Wärme frei wird, um die entsprechende Ausdehnung zu sichern. Dazu kommt noch der Einfluß der Zyklonen als Bahnen der Winde. Dies alles ist aber beim Mars ungemein einfach; denn abgesehen von vulkanischen Ursachen gibt es dort keine Bewölkung; es gibt dort überhaupt fast keinen Wasserdampf, wie auch Herr Arrhenius wiederholt; folglich kann derselbe auch den Wind nicht beeinflussen; die Winde müssen also verhältnismäßig schwach sein. Entscheidend ist aber der Umstand, daß (von vulkanischen Einwirkungen abgesehen) die Verteilung der Sonnenwärme zu derselben Tages- und Jahreszeit immer wieder dieselbe ist. Daher muß auch dieselbe Luftbewegung jedes Jahr wiederkommen, und es kann die Windstärke zur gleichen Tageszeit von einem Tag zum andern nur wenig verschieden sein. Wenn also die Erscheinung von 1909 nach Herrn Arrhenius als Sandsturm zu deuten ist, muß dieser Sturm in jedem Marsjahr vorkommen. Die Erscheinung hätte weder Schiaparelli vor 30 Jahren noch den meisten seitherigen Beobachtern entgehen können. Der Sandsturm hat sich also zu Dunst aufgelöst. Die Erscheinung kann nämlich dadurch erklärt werden, daß bei vulkanischen Ausbrüchen viel vulkanischer Staub in die Marsluft geworfen wurde. Da sich derselbe durch elektrische Abstoßung dort in der trockenen Luft und bei geringer Schwerkraft viel länger oben halten kann als auf der Erde, ist seine große Ausbreitung erklärlich. Die Orte der vulkanischen Ausbrüche sind durch die Veränderung der betreffenden Gegenden bekannt.

Herr Arrhenius behauptet (Seite 43) ein kilometerdick bis auf den Boden gefrorenes Meer, oben darauf Wassertümpel und dunkle Erde auf dem Eisblock unter dem Wasser, zu dem Zwecke, die Übereinstimmung mit der dunklen Farbe des betreffenden Gebietes herzustellen. Es ist aber zu bedenken, daß viele solche Tümpel gelegentlich auch einen deutlichen Reflex der Sonne zu uns werfen müssen, der aber noch nie gesehen wurde; ferner, daß die Tümpel mindestens im Winter zufrieren und dann blendend weiß aussehen müssen, während die betreffende Gegend uns immer dunkel erscheint. Es ist doch viel natürlicher, dieses Gebiet als schneefreies Land zu bezeichnen. Wenn nämlich bei beliebigem Kältegrad nur ein Stein oder ein Stück Erde der Sonne ausgesetzt wird, so erwärmt es sich mehr als die Schneefläche daneben und begünstigt dadurch die Verdunstung des nächstliegenden Schnees. Infolgedessen rückt die Grenze des schneefreien Stückes etwas vor, wenn auch vielleicht nur um Millimeter. In der Nacht fällt der verdunstete Schnee auf eine große Fläche gleichmäßig herunter, sodaß am folgenden Tage die Schneegrenze wieder vorrücken kann usw.

Herr Arrhenius deutet die Marskanäle als Reihen ehemaliger Wüstenseen, d. h. als die Orte, wo sich die Salze solcher Seen abgesetzt haben. Damit erklärt er die vielen Beobachtungen dieser Kanäle zum kleinsten Teil. Es kann nämlich von einem Tag zum andern ein neuer Kanal sichtbar werden, oder eine Verdoppelung, oder es kann von benachbarten Kanälen der eine stärker und der andere schwächer sichtbar werden usw. Die Auffassung des Herrn Arrhenius wurde übrigens im Jahre 1909 unmittelbar widerlegt. Damals sahen wir den Mars in seiner wärmsten Zeit. Daher hätte recht viel „fossiles“ Eis nach Herrn Arrhenius verdunsten, die Luft befeuchten und von den

hygroskopischen Kanalsalzen aufgesaugt werden müssen. Diese hätten dunkler und die Kanäle sichtbarer werden müssen als je. Man sah aber die Kanäle im Verhältnis zu anderen Einzelheiten kaum je so undeutlich wie damals.

Den Tatsachen entspricht vielmehr die andere Auffassung, daß das Eis des Meeres nicht kilometertief (Seite 43), sondern nur etwa 100 Meter oder weniger dick sei, daß die Kanäle die Rißlinien in diesem Eise sind, die sich in der wärmeren Jahreszeit schließen und verschweißen, weil sich das Eis ausdehnt und in der Kälte nebenan wieder aufreißen. Im Jahre 1909 sah man daher hauptsächlich nur die Spuren ehemaliger Risse und Verschweißungen, während die Sichtbarkeit zu anderen Zeiten noch durch wirkliche Risse erleichtert wird. Diese Auffassung wird noch durch viele Beobachtungen bestätigt, an deren Erklärung Herr Arrhenius nicht herantreten konnte.



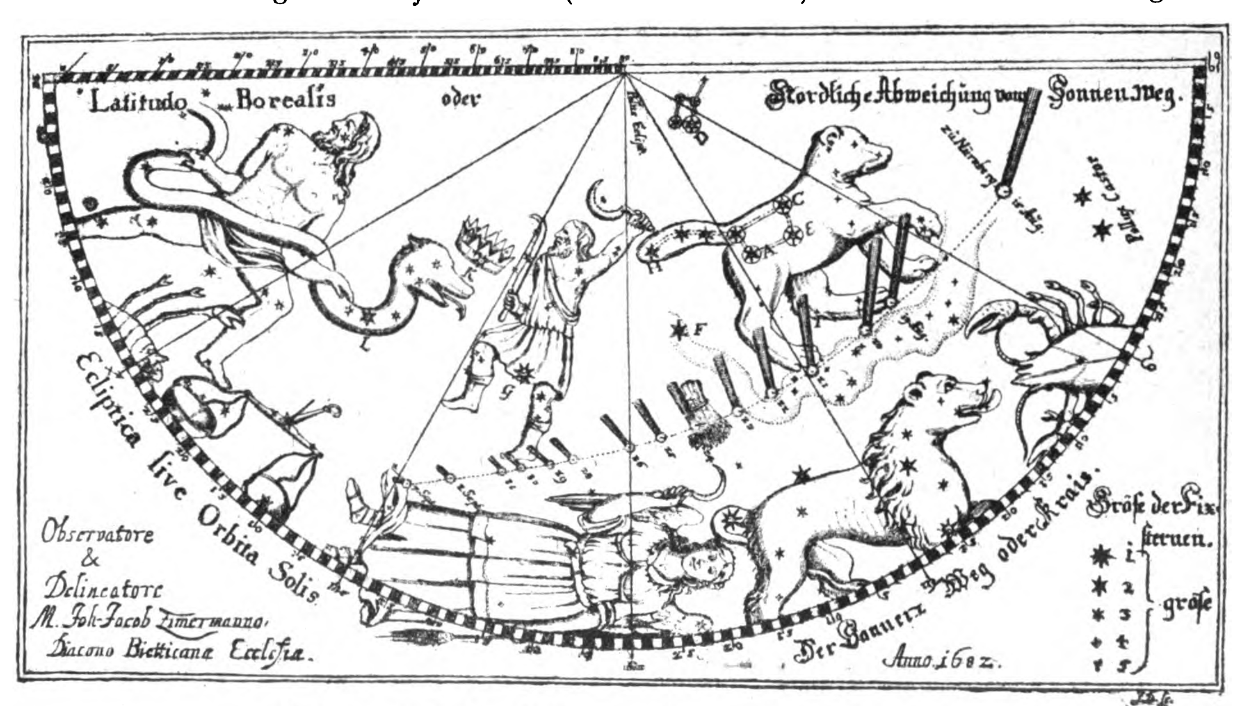
Neues Verzeichnis von alten Kometeneinblattdrucken.

Von F. S. Archenhold.

(Mit einer Doppelbeilage.)

(Schluß.)

Unter den bisher bekannt gewordenen Einblattdrucken alter Kometen finden wir den Halleyschen Kometen zweimal vertreten, einmal die Erscheinung aus dem Jahre 1531, es ist dies die Nummer Arch. 20 unseres Kataloges, und die Erscheinung aus dem Jahre 1682 (Arch. 740 und 750). Diese letzte Erscheinung



Karte des Laufes des Halleyschen Kometen für das Jahr 1682.

ist deshalb besonders wichtig, da sie von Halley benutzt wurde, um die Identität dieses Kometen mit den Erscheinungen aus dem Jahre 1607 und 1531 nachzuweisen und dadurch die Bahn des Halleyschen Kometen als eine Ellipse mit

einer Periode von 75 bis 76 Jahren zu bestimmen. Der Halleysche Komet ist im Jahre 1682 im Monat August und September sichtbar gewesen. Wir geben seinen Lauf unter den Sternen nach einer Zeichnung von Johann Jakob Zimmermann umstehend aus seiner Schrift: „Das ist Neuer Komet-Stern, welcher in Diesem 1682. Jahre im Monat August sich anfänglich von Mitternacht her sehen lassen", wieder.

Außerdem werden in unserer Doppelbeilage noch die Erscheinungen des Halleyschen Kometen aus dem Jahre 684 in den Plejaden und dann aus den Jahren 837, 1066, 1301, 1456, 1531 und 1607 dargestellt. Das, was wir über diese Erscheinungen wissen, ist in Lubienitzky „Theatrum cometicum" und teilweise in meiner Broschüre über „Kometen etc." zusammengestellt.

In besonderem Maße erregte die außerordentliche Erscheinung des großen Kometen aus dem Jahre 1680 die Aufmerksamkeit der Laienwelt. Dieser Komet hatte einen Schweif von 80° Länge. Es sind nicht weniger als 21 Einblattdrucke unseres Verzeichnisses allein diesem Kometen gewidmet, die mit ihren Versen und interessanten Städtebildern eine fast unerschöpfliche Fundgrube der damals herrschenden Sitten und des stark ausgeprägten Aberglaubens für den Kulturhistoriker bilden. In dem hier folgenden Verzeichnis sind alle uns bekannt gewordenen Kometenblätter aufgeführt. Es ist anzunehmen, daß noch weitere diesbezügliche Dokumente mit der Zeit bekannt werden.

Chronologisches Verzeichnis alter Kometen-Einblattdrucke.

(Fortsetzung und Schluß.)

1665 (26. bis 29. März.) Derselbe, zu Nürnberg observirt. Unten 3 Z.: Figur und Stand des Cometen etc. Jac. Sandrart exc. qu. 4. (Drugul. 2643.) *(Arch. 430.)*

— (26. März.) Derselbe, ebenfalls zu Nürnberg ob servirt, ohne Sternbilder. U. 3 Z.: Im Jahr Christi. (Joh. Hofman exc.) qu. 4. (Drugul. 2644.) *(Arch. 440.)*

— (2. April.) Derselbe, grösser, durch S. Trew beobachtet. Oben: Abzeichnung Dessen allhie zu Altdorff etc. U. 3 sp. Prognosticon: Was Cometen seyn etc. Nurnberg bei P. Fürst. fol. (Drugul. 2645.) *(Arch. 450.)*

1672 (23. März.) Figur und stand dess Cometen — zu Strassburg observirt worden. Unten 10 zeil. Reim: Hat jemahls ein Comet etc. Strasburg bei P. Aubri. fol. (Drugul. 2788.) *(Arch. 460.)*

— Derselbe, mit Hinzufügung der Form des Cometen in drei verschiedenen Grössen u. dem Sternbild des Perseus. Nürnberg, gedruckt bei Chr. Lochner. fol. (Drugul. 2789.) *(Arch. 470.)*

1675 (31. Oct. A. S.) Neuer Comet — zu Neustadt an der Haardt gesehen: Göttlicher Buss-Wecker, oder feurige Straff-Ruthe etc. Unten 8 stroph. Bussgedicht: Was die Gottes Feuer-Ruten etc. fol. (Drugul. 2899.) *(Arch. 480.)*

1676 Göttliche Wunder- und Warnungswerke — zu Gesicht und Herzen stellen. Wunderbare Gewachse, misgeborner Rehbock, Comet und Nebensonnen. Unten 2 sp. Text: Auch mitten unter dem grössten Zorn etc. Auf den Seiten Verse. fol. (Drugul. 2911.) *(Arch. 490.)*

1677 Wahre eigentliche Abbildung des zu Nürnberg — wahrgenommenen Cometen. Links seine Bahn, rechts seine Erscheinung, auf Schwarzkunst Grund. Unten 20 Z. Text u. 6 zeiliger Bussreim: Mensch, du kleines Welt-Gebäu etc. fol. (Drugul. 2946.) *(Arch. 500.)*

1680 (26. Dec. bis 1681. 25. Febr.) Der Neue Komet, zu Augsburg beobachtet. U.: Eigentlicher abriss des Schröcklichen Cometsterns etc — Augsburg bei Jac. Koppmeir, Buchdrucker. fol. (Drugul. 3020.) *(Arch. 510.)*

— Sein Stand am 27. Dec. im Sternbild des Antinous. U.: Septima fax haec est etc. qu. fol. (Drugul. 3021.) *(Arch. 520.)*

— **Derselbe**, zu **Nürnberg** auf der Veste beobachtet. O.: Des Neuen Wunder grossen Comet Sterns-Lauf etc. J. J. de Sandrart fec et exc. qu. fol. (Drugul. 3022.) *(Arch. 530.)*

— **Derselbe**, bei Nürnberg beobachtet. U.: gereimte Aufforderung zur Busse: Schau, ein neuer Schreck-Comet etc. (G. J. Schneider sc.) G. Scheurer exc. qu. 4. (Drugul. 3023.) *(Arch. 540.)*

— **Dasselbe Blatt** in anderem Druck mit 2 sp. Typenschrift an den Seiten u. unten: Kurz-verfasste denk-würdige Cometen-Tafel. fol. (Drugul. 3024.) *(Arch. 550)*

— **Derselbe**, ebenfalls bei Nürnberg beobachtet, aber von anderem Standpunkt und grösser. O.: Vernünfftige Erkantniss und eigentliche Bewandtniss Dess — entsetzlichen Cometens. U. 2 sp. Text: Soviel dess Mutmasslichen Prophezeyens etc. fol. (Drugul. 3025.) *(Arch. 560.)*

— **Derselbe**, jedoch von gleichem Standpunkte aus gesehen. Durch den ganzen Vorgrund eine dichte Reihe Zuschauer. Oben: Abbildung und Beschreibung dess — Cometen etc. U. 2 sp. Text: Man findet sowoln in heiliger Schrifft etc. Nurnberg bei Joh. Jac. Schollenberger Kupferstecher. fol. (Drugul. 3026.) *(Arch. 570.)*

— **Derselbe**, von gleichem Standpunkt aus gesehen, mit breitem Schweif über den ganzen Himmel. Vorn rechts nur ein Zuschauer. Oben: Wahre eigentliche Abbildung etc. Im Unterrand 2 sp. Bussgedicht: Schau hier, o Sünder schau! U. in Typen 3 sp.: Christlich-vernünfftige Cometen-Betrachtung. Nürnberg bei Joh. Hoffmann, Kunst- u. Buchhändler. fol. (Drugul. 3027.) *(Arch. 580.)*

— **Derselbe**, bei Augsburg beobachtet. Vorn Stein brücke und fünf Figuren. O.: Eygendliche Abbildung dess entsetzlichen — Cometens. U. 2 spalt. Text: Als die Cometen zu jeden Zeiten — Augsburg bei Joh. Phil. Steudner, Briefmaler. fol. (Drugul. 3028.) *(Arch. 590.)*

— **Derselbe**, ebenfalls zu Augsburg beobachtet. Im Grund die Stadt. Vorn 9 Figuren. O.: Eigendliche Abbildung Dess erschröcklichen Cometen etc. In Zwei Geistliche Gesängen verfasset vnd gestellet. U. 4 sp. Gesänge: Wach auf, wach auf O Mensche Kind. Holz. Augsburg bei Abr. Bach Briefmaler. fol. (Drugul. 3029). *(Arch. 600.)*

— **Derselbe**, zu Markt-Wailtingen beobachtet. U. 2 sp. Text: Eigentlicher Bericht welcher Gestalten der — Comet zu Markt-Wailtingen etliche Abend observiret worden. Augsburg gedruckt bei Jac. Koppmayer. fol. (Drugul. 3030.) *(Arch. 610.)*

— **Derselbe**, zu Wien observirt. Stand desselben im Kopf des Füllens. O.: Eigentliche Figur oder Abbildung dess Neuen — Comet- oder Wunder-Sterns etc. Auf den Seiten Bericht über die Observationen zu Rom und Wien; unten 3 sp. Beschreibung u. Prognosticon — Nürnberg bei Joh. Leonh. Buggel, Buchbinder. fol. (Drugul. 3031.) *(Arch. 620.)*

— Seine Bahn im Sternbild der Jungfrau. U. 2 sp. Bussreim: Schau die Wunder-Fackel-Kertze. Nürnberg bei Gg. Scheurer. qu. 4. (Drugul. 3032.) *(Arch. 630.)*

— **Derselbe**, zu Regensburg observirt. O.: Abriss und Beschreibung des erschröcklichen Cometen etc. Regensburg gedruckt bei Aug. Hankwitz. fol. (Drugul. 3033.) *(Arch. 640.)*

— Dasselbe Blatt in anderem Druck mit dem Zusatz: „auch daselbst zu finden“ hinter der Adresse unten. (Drugul. 3034.) *(Arch. 650.)*

— **Derselbe**, zu Coburg bis 10. Febr. 1681 beobachtet. O.: Dess Cometen Lauff — zu Coburg observirt von Gottfried Kirch. qu. fol. (Drugul. 3035.) *(Arch. 660.)*



— Klag- u. Warnungs-Lied auf den Cometen u. die in Leipzig u. Dresden grassirende Pest. 20 Strophen in Typendruck auf 2 Octavbl. mit Abbildung des Cometen und dem Titel: Göttliche Straff und Heimsuchungs-Zeichen von Cometen und bösen Seuchen etc. Gedruckt im Jahr 1681. (Drugul. 3036.) *(Arch. 670.)*

— Der Comet über Rom, mit dem Hühnerei, worauf er sich abgebildet. Oben: Im Monath Decembris etc. qu. fol. (Drugul. 3037.) *(Arch. 680.)*

— Der Comet, das Huhn u. das Ei. Comet appaarsa in Roma etc. Wahrhafftige Relation des Comet-Sterns — zu Rom ist gesehen worden. U. 2 sp. italien. u. deutsch. Text, verfertiget u. zu finden bey Abraham Cosathe in Regenspurg. fol. (Drugul. 3038.) *(Arch. 690.)*

— Drei Darstellungen: in der Mitte der Comet, auf den Seiten Vorder- u. Rückansicht des Eis. U.: Wahre Abbildung des Cometen — Nürnberg, bei Scheurer. qu. fol. (Drugul. 3039.) *(Arch. 700.)*

— Zwey Lieder in Typendruck auf 2 Octavblättern mit zwei Abbildungen des Eis in Holzschn. und dem Titel: Das Wunderwürdige Hennen-Ey — Verfasset in ein Christliches Buss-Vermahnungs Gesang, In der Singweise: Es ist gewisslich an der Zeit. 4. (Drugul. 3040.) *(Arch. 710.)*

1681 Straff-Folge, Unverantwortlicher Cometen — Verwerffung unfehlbare Straff-Folge Nürnberg 1681. fol. *(Arch. 720.)*

1682 (1. Jan. u. 10. Febr.) Wahre und eigentliche Abbildung eines Cometen oder Wunder-Sterns. Comet, zwei Türkenköpfe u. Krone über Neuhäusl u. Leopoldstadt gesehen. U. 15 Z. Text u. 6 zeil. Bussgedicht. Nürnberg bei Leonh. Loschge. Gedruckt bei Hrn. Sigm. Froberg. fol. (Drugul. 3061.) *(Arch 730.)*

— (15. Aug.) Eigentliche Vorstellung Des Neu entstandenen Cometen Liechts — über Nürnberg. U. 2 sp. Beschreibung u. Bussgedicht: Von denen 3ley Arten etc. fol. (Drugul. 3068.) *(Arch. 740.)*

— Wider neu-scheinende entsetzliche Zorn- u. Wunder-Ruthe Gottes oder Cometen Fackel. Stand desselben zwischen Krebs, grossem Bär und den Zwillingen. U. 2 sp. Beschreibung u. Bussvers. Nürnberg, bei Leonh. Loschge. fol. (Drugul. 3069.) *(Arch. 750.)*

1687 Wahre eigentliche Abbildung / Eines entsetzlichen Wunder-Zeichens zu Esseck: So sich Sonntags / den 10 / 20. Julii / dieses 1687. Jahres / nach einem vorher gegangen enerschroecklichen Gewitter / bey wieder ausgeheiterter Lufft / Abends / mit hereinrückender Nacht / am lichten Himmel / zu grausamen Entsetzen vieler Tausende / die es sahen / hat ereignet und zugetragen. Mit 14 Zeilen Text und 8 Zeilen Vers. Nürnberg, / zu finden bey Leonhard Loschge. *(Arch. 760.)*

1702 (3. März.) Abbildung dessjenigen Cometen welcher — über der Statt Neapoli sich sehen lassen. Rechts die Abbildung eines wunderbaren, von einer Henne zu Rom 1702 4. März gelegten Eies. Unten 10 Zeilen Schrift. fol. (Drugul. 3598.)

1769 (9. Sept.) Prospect ein Theil der Häusser am Schiessgraben (in Nürnberg). Nebst dem Comet. P. Küffner del. sc. et exc. qu. 4. (Drugul. 4876.) *(Arch. 780.)*

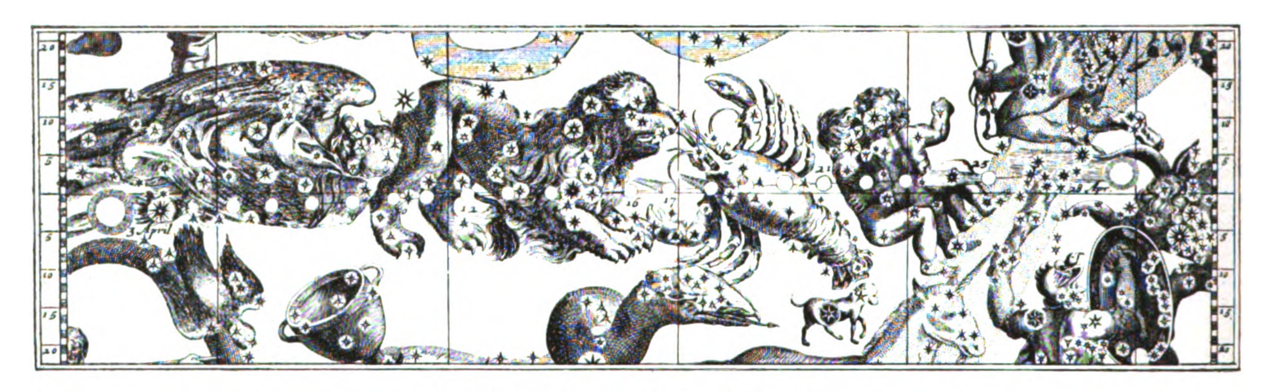
— Vorstellung des Sonnen-Systems und der Bahn des Cometen, welcher — gegen die Erdbahn an unsern Gesichts-Kreis sichbar erschinen ist — abgemesse werden. J. C. Berndt exc. Colorirter Kupferstich. Die Cometenbahn als Klappbild. (Drugul. 4877.) *(Arch. 790.)*

— Vtrumque Hemisphaerium Coeleste ad Annum 1769 ex observationibus Cl. Abb. de la Caille — in quibus Cometae — via de terminatur a Dr. Gg. F. Kordenbusch. Impensis Joseph. Ehrenr. Ammermülleri Bibliopolae. qu. fol. (Drugul. 4878.) *(Arch. 800.)*

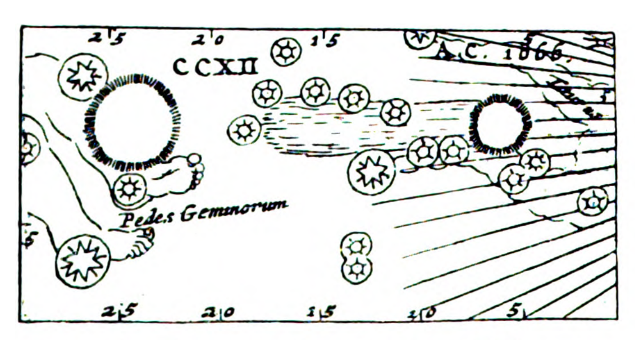




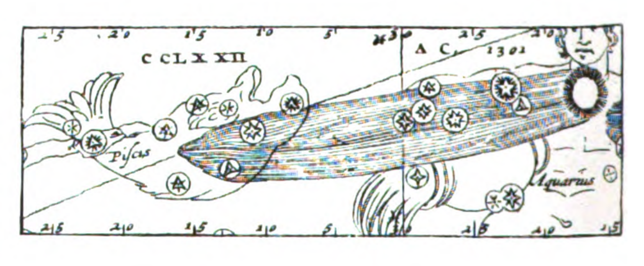
Der Halleysche Komet im Jahre 684 in den Plejaden.



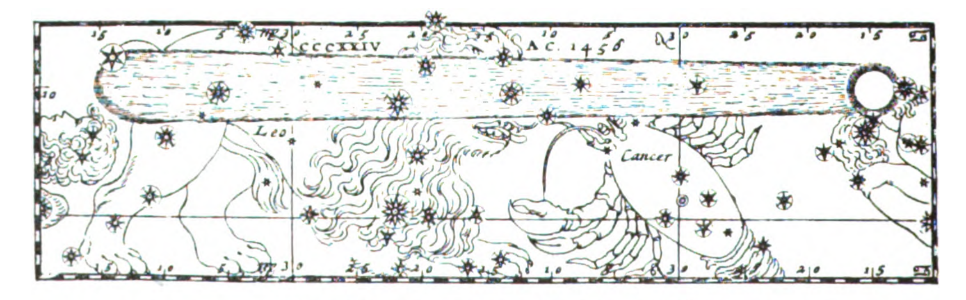
Der Halleysche Komet im Jahre 837.



Der Halleysche Komet im Jahre 1066.

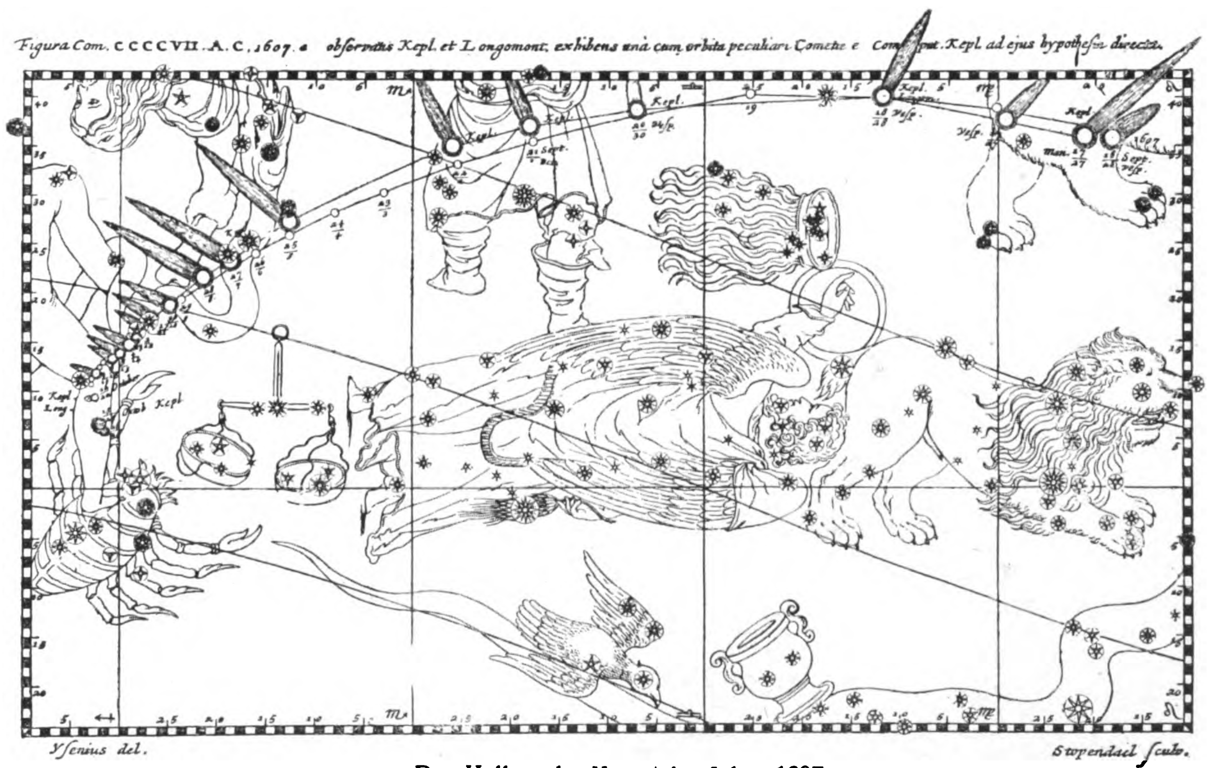


Der Halleysche Komet im Jahre 1301.



Der Halleysche Komet im Jahre 1456.

Der Halleysche Komet im Jahre 1531.



Der Halleysche Komet im Jahre 1607.

Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1911.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Die Sterne.

Unsere Sternkarte zeigt den Sternenhimmel so, wie er uns am 1. Oktober, abends 10^h, am 15. Oktober, abends 9^h, am 1. November, abends 8^h, und so fort erscheint. Es bietet sich Gelegenheit, das in unseren Breiten sehr schwer sichtbare

Der Sternenhimmel am 1. Oktober 1911, abends 10 Uhr.

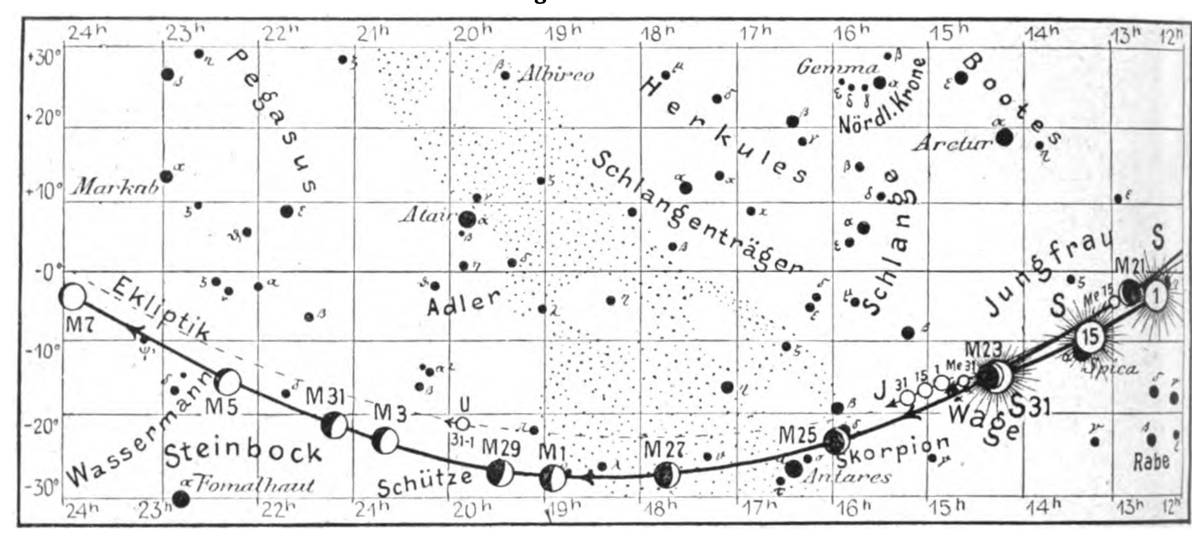
Fig. 1.



(Polhöhe $52\frac{1}{2}°$)

Sternbild der südlichen Fische mit dem hellsten Stern Fomalhaut abends 10^h im Süden gerade über dem Horizont zu sehen. Das Sternbild hat die Gestalt eines Fisches, und der hellste Stern Fomalhaut bedeutet „Maul des Fisches". Dieser Stern ist den Seefahrern wohlbekannt, weil er an manchen Orten, wo er den Horizont nur eben streift, wie z. B. für die Gegend von St. Petersburg, wenn er überhaupt sichtbar ist, den Süd-

Fig. 2b.



S = Sonne. M = Mond. Me = Merkur. V = Venus. Ma = Mars.

punkt bezeichnet. Die beiden nächsthellsten Sterne in diesem Bilde β und γ sind beide Doppelsterne. Über den Fischen, auch im Meridian, steht der Wasserman, der sehr viele bemerkenswerte Objekte zeigt. Insbesondere ist der Doppelstern ζ leicht zu trennen; der Hauptstern 3. sowohl wie der Begleiter 4. Größe sind beide von hellgelber Färbung.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne, auf der sich Ende August ein kleiner Fleck gezeigt hat, beschreibt im Monat Oktober schon einen merklich kürzeren Tagesbogen. Ihr Stand in der Ekliptik ist wiederum für den 1., 15. und 31. Oktober in unsre Karte 2b eingetragen. Die Zeiten für ihren Auf- und Untergang und die Größe der Mittagshöhe ersehen wir aus folgender Tabelle:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Okt. 1.	— 2° 50′	6^h 8^m morgens	5^h 44^m nachm.	$34^1/_2{}^0$
- 15.	— 8° 11′	6^h 33^m -	5^h 12^m -	$29^1/_4{}^0$
- 31.	— 13° 50′	7^h 2^m -	4^h 38^m -	$23^1/_2{}^0$

Der Mond, dessen Lauf und Phasengestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit wiederum in unsere Karten 2a und 2b eingetragen sind, hat seine Hauptphasen an folgenden Tagen:

Vollmond:	Okt. 8. 5^h morgens	Neumond:	Okt. 22. 5^h morgens
Letztes Viertel:	- 15. 1^h -	Erstes Viertel:	- 30. 8^h -

Im Monat Oktober findet eine Sternbedeckung statt.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Okt. 6.	ψ^1 Aquarii	4,7	23^h 11^m	-9^0 34^m	3^h $13^m,7$ morgens	6°	3^h $48^m,9$ morgens	292°	Untergang des Mondes 3^h 30^m morgens.

Eine ringförmige Sonnenfinsternis findet am 22. Oktober statt; sie ist jedoch in Europa unsichtbar und kann nur in Asien, Australien und im westlichen Teil des Stillen Ozeans beobachtet werden.



ür den Monat Oktober 1911.

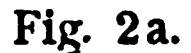
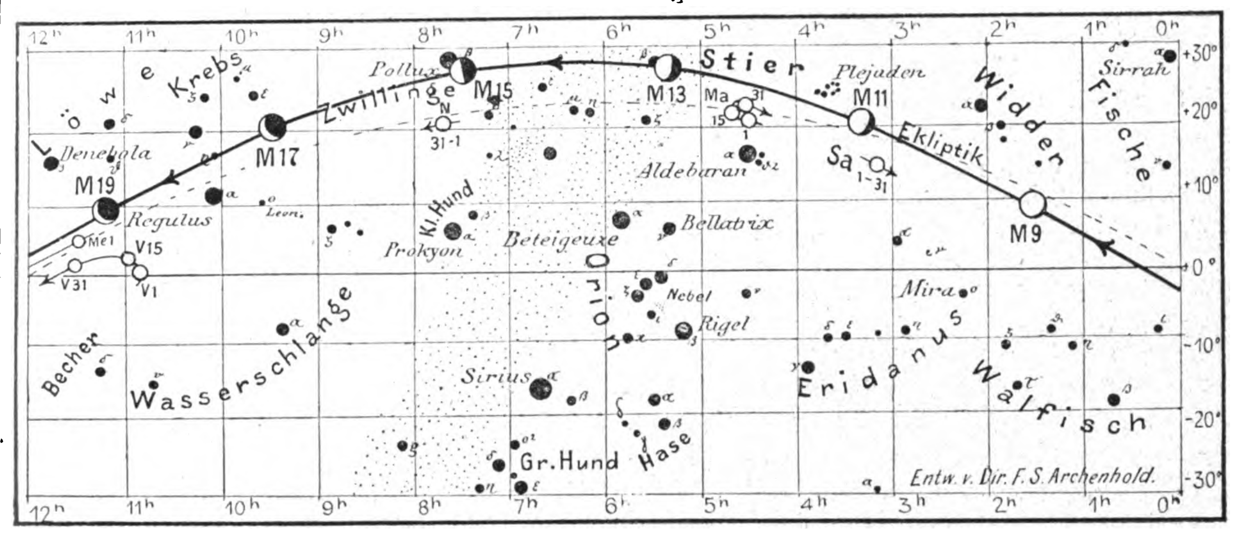


Fig. 2a.

Nachdruck verboten.



J = Jupiter. Sa = Saturn. U = Uranus. N = Neptun.

Die Planeten.

Merkur (Feld $11^1/_2{}^h$ bis $14^1/_2{}^h$) verschwindet um die Mitte des Monats vollständig in den Strahlen der Sonne. Sein Durchmesser nimmt von 6″,1 bis 4″,7 ab, wohingegen der beleuchtete Teil der Scheibe von 0,74 auf 1,00 zunimmt. Er erreicht am 6. Oktober seine größte nördliche heliozentrische Breite, steht am 22. Oktober in Konjunktion mit dem Mond und am 23. Oktober in oberer Konjunktion mit der Sonne. Die Entfernung Merkurs von unserer Erde beträgt am 1. Oktober 166, am 31. Oktober 215 Mill. Kilometer.

Venus (Feld $10^3/_4$ bis $11^1/_2{}^h$) wird als Morgenstern wieder sichtbar, und zwar anfangs Oktober schon eine Stunde und am Ende bereits $3^1/_2$ Stunden, und erreicht am 22. Oktober wieder ihren größten Glanz. Ihr Durchmesser nimmt von 53″,4 bis 34″,1 ab, wohingegen der beleuchtete Teil ihrer Scheibe von 0,09 auf 0,34 zunimmt. Zu Anfang des Monats ist sie 46 und am Ende 72 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Am 19. Oktober wird der gelbliche Mond mit der darunter stehenden bläulichen Venus und dem rötlichen Regulus eine interessante Konstellation geben. Unmittelbar über dieser farbenprächtigen Konstellation wird der neue Komet Brooks stehen, dessen Schweif annähernd parallel mit der Verbindungslinie Venus-Regulus verlaufen wird.

Mars (Feld $4^1/_2{}^h$) ist während der ganzen Nacht, am Schluß des Monats 12 Stunden lang, sichtbar. Da er in seinem scheinbaren Lauf in einem kleinen Bogen umdreht, ist er während des ganzen Monats fast an derselben Stelle des Himmels oberhalb Aldebarans aufzufinden und bildet mit den Plejaden und Aldebaran eine interessante Konstellation. Seine Entfernung von der Erde nimmt von 99 auf 80 Millionen Kilometer ab, und dementsprechend nimmt der Durchmesser des Marsbildes von 14″,1 auf 17″,5 zu. Er nähert sich in seinem Laufe in den nächsten Monaten wieder dem Saturn. Mit unserem großen Fernrohr ließ sich in den letzten Monaten das Kleinerwerden der südlichen Eiskalotte, die der Erde zugewendet ist, deutlich verfolgen.

Jupiter (Feld $14^3/_4{}^h$ bis $15^1/_4{}^h$) tritt am 18 Oktober in Konjunktion mit der Sonne und bleibt deshalb unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 919 auf 948 Millionen Kilometer zu, sodaß sein Durchmesser von 31″,7 auf 31″,1 abnimmt.

Saturn (Feld $3^1/_4{}^h$) ist während des ganzen Monats im Sternbilde des Stiers sehr günstig zu beobachten. Man sieht auf das weitgeöffnete, interessante Ringsystem von unten, sodaß man den Schatten der Saturnskugel im umdrehenden Fernrohr auch

deutlich unten wahrnehmen kann. Sein Durchmesser nimmt von 18″,3 auf 18″,4 zu, und entsprechend nimmt seine Entfernung von der Erde von 1255 auf 1222 Millionen Kilometer ab.

Uranus (Feld $19^3/_4{}^h$) ist nur gleich nach Sonnenuntergang einige Stunden lang im Sternbilde des Schützen zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt nur 3″,5 und seine Entfernung von der Erde beträgt fast 3000 Millionen Kilometer.

Neptun (Feld $7^1/_2{}^h$) ist in den Zwillingen nur einige Stunden vor Sonnenaufgang am Osthimmel in großen Fernrohren zu beobachten. Sein Durchmessers beträgt nur 2″,5, da seine Entfernung von der Erde 4500 Millionen Kilometer ausmacht.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Okt. 10. 7^h abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 12. 7^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 18. 8^h abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 3^h morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. Ringförmige Sonnenfinsternis, in Europa unsichtbar.
- 22. 10^h morgens Venus im größten Glanze.
- 23. Mitternacht Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.



Kleine Mitteilungen.

Eine bemerkenswerte Feuerkugel wurde von mir am 20. September 1911, abends 8 Uhr 1 Minute 3 Sekunden, auf der Plattform der Treptow-Sternwarte gesehen. Da ich gerade den Kometen Brooks 1911c beobachtete, konnte ich die volle Erscheinung genau auffassen. Das Aufleuchten geschah in der Nähe von φ Herkules und das Verschwinden unterhalb des Sternes β Serpentis; die Länge der Bahn beträgt hiernach über 30 Grad. Eine genaue Beschreibung der doppelten Schweiferscheinung etc. behalte ich mir für später vor und möchte heute nur an alle Leser des Weltalls, welche diese Feuerkugel beobachtet haben, die Bitte richten, genaue Angaben über dieselbe umgehend an die Treptow-Sternwarte gelangen zu lassen und hierbei möglichst folgende 12 Punkte zu beantworten: 1. Name, Stand, Ort und Straße und ob die Beobachtung die erste ist. 2. Datum der Beobachtung: Monat, Tag, Uhr, Minuten, Sekunden 3. Genauer Standpunkt bei der Beobachtung. 4. Ort der Erscheinung am Himmel, ihr Anfangs- und Endpunkt, entweder Angabe nach Sternen, jedoch nur, wenn solche sicher bekannt sind, oder nach Himmelsrichtungen, oder nach großen Gebäuden. 5. Richtung der Bahn, ob von oben nach unten oder dergl. 6. Art der Bewegung, schnell oder langsam. 7. Scheinbare Länge der Bahn: in Graden, oder nach Vollmondsbreiten, oder nach bekannten Sternen. 8. Form und Größe des Kopfes. 9 Seine Farbe und Helligkeit. 10. Farbe und Helligkeit des Schweifes. 11. Zeitdauer der Sichtbarkeit des Schweifes. 12. Sonstige Wahrnehmungen, Geräusche, Zerplatzen etc. Je mehr Beobachtungen einlaufen, um so genauer kann die Bahnbestimmung ausgeführt werden.

F. S. Archenhold.

* * *

Die 83. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte tagt vom 24. bis 30. September 1911 in Karlsruhe. In der Sektion „Astronomie und Geodäsie" interessieren uns folgende Vorträge: Prof. L. Ambronn (Göttingen): „Über die Einrichtung eines neuen photographischen Durchgangsinstrumentes für die Bestimmung fundamentaler Rektaszensionen"; Dr. F. S. Archenhold (Treptow): „Über ein neues Verfahren astronomischer Daueraufnahmen ohne Leitfernrohr" und „Vorführung von Sonnenflecken und Mondfinsternisphotographien"; E. Stephani (Cassel): „Über den Einfluß der Erde auf den Entstehungsort der Sonnenflecken" und „Ein Vorschlag zur kinematographischen Aufnahme der Granulation der Photosphäre".

* * *

Die Deutsche Meteorologische Gesellschaft hält die 12. allgemeine Versammlung in München vom 2. bis 4. Oktober 1911 unter dem Ehrenvorsitz Ihrer K. H. der Prinzessin Therese von Bayern, Ehrenmitglied der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften, ab. Unter den angekündigten Vorträgen interessieren uns insbesonders „Die wissenschaftlichen Observatorien auf Teneriffa und Spitzbergen" von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Hergesell (Straßburg i. Els.) und „Über die Notwendigkeit der Gründung eines Instituts für theoretische Meteorologie" von Geh. Hofrat Prof. Möller (Braunschweig).



Franz Rusch, Himmelsbeobachtungen mit bloßem Auge. Teubner 1911. 8°. 223 Seiten mit 30 Fig. im Text und einer Sternkarte. Preis geb. in Leinwand 3,50 Mk. (Aus Dr. Schmids „Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek").

Ruschs Buch erstrebt, wie die früheren Bände der N. S., die Schüler in die Astronomie durch planmäßige Beobachtungen mit bloßem Auge der alltäglichen Himmelserscheinungen einzuführen. Es werden behandelt: Die Atmosphäre (Scintillation, Refraktion, Absorption, Dämmerungs- und Nordlichterscheinungen), die Zeit (Sonnen- und Sternzeit, Zeitbestimmung durch Schattenlänge, Sonnenuhren), die Kalender, Bestimmung der Lage des Beobachtungsortes, der Sternhimmel (Sternverzeichnisse, Helligkeit der Fixsterne, veränderliche, farbige und doppelte Sterne, Nebelflecke), die Sonne (Lauf und Größe der Sonne, Finsternisse), der Mond (Phasen, Erdlicht, Rotation, Finsternisse), die Planeten (Lauf am Himmel, Helligkeit, Aussehen [im Fernrohr!]), Kometen und Meteore, Photographie des Sternenhimmels. Das Prinzip, auf das das Buch von R. beruht, dürfte sehr gut sein: die Beobachtungen sollen immer so genau sein wie möglich, weil sie dann nicht nur Anregung zum Nachdenken, sondern auch Erziehung zum richtigen Sehen geben werden.

Auch für manche Amateure dürfte R.'s Buch sehr nützlich sein, da diese freiwilligen Mitarbeiter wohl sich in den meisten Fällen zu derjenigen methodischen Durcharbeitung des Lehrstoffes entschlossen haben, die R.'s Buch erstrebt. Das Buch enthält u. a. Anleitungen zur Ausführung zahlreicher Beobachtungen (Nordlicht, Nachtwolken, Helligkeitsveränderungen der Fixsterne u. a.), die zur Förderung der Wissenschaft dienen können, obgleich sie keine Instrumente erfordern. Auch enthält R.'s Buch mehrere für den Laien nützliche Tafeln wie Mittlere Refraktion, Extinktion der Sterne, Sonnenorte, Verwandlung von Sternzeit in mittlere Zeit, Verzeichnis von mit bloßem Auge sichtbaren veränderlichen Sternen, Position, Helligkeit und Farbe der Sterne bis 3. bis 4. Gr., Sternschnuppenradianten, und (etwas im Widerspruche mit dem Titel!) eine gute Übersicht über die Resultate der neueren teleskopischen Beobachtungen.

* * *

Dr. Emil Carthaus: Die klimatischen Verhältnisse der geologischen Vorzeit vom Praecambrium an bis zur Jetztzeit und ihr Einfluß auf die Entwicklung der Haupttypen des Tier- und Pflanzenreiches. Mit 4 Figuren. Berlin 1910. Verlag von R. Friedländer & Sohn.

Der Verfasser geht bei seinen wissenschaftlichen Ausführungen von denselben Anschauungen aus, wie sie Günther in seinem bekannten Lehrbuche der Geophysik dargelegt hat. Auf Grund physikalischer und meteorologischer Gesetze sucht jener nun in seinem Geiste die Klimaveränderungen während der verschiedenen Erdperioden zu rekonstruieren und nimmt sodann die wissenschaftlichen Befunde der Tier- und Pflanzenphysiologie zu Hilfe, um sich in den während der verschiedenen geologischen Zeiträume bestehenden Faunen und Floren, sowie deren Veränderungen Indikatoren für das jeweilige Klima mit dessen Veränderungen zu schaffen. Bei der Annahme einer stetig fortschreitenden Erkaltung der festen Erdrinde, der Atmosphäre und vor allem des Weltmeeres legt der Verfasser mit Recht ein Hauptgewicht auf den Einfluß des letzteren als riesenhaften Wärmeregulator zwischen Pol und Äquator. Das Gesamtvolumen des Weltmeeres ist 13mal so groß als das der ganzen Festlandsmasse, soweit sie über den Meeresspiegel hervorragt, und dazu hat das Seewasser eine spezifische Wärme, welche mehr als 5mal die der die feste Erdkruste bildenden Gesteine übertrifft (während diese nur ein spezifisches Gewicht von $2^1/_2$ bis 3 besitzt). Da sich nun außerdem im Ozean die erkalteten Wassermassen in die Tiefe verschieben, während die feste Erdrinde hauptsächlich nur aus ihrer Oberflächenzone Wärme an die Atmosphäre abgibt, so hätte man den Einfluß des Weltmeeres auf die Ausbildung und Umgestaltung des Klimas während der ganzen geologischen Vorzeit viel mehr in Betracht ziehen sollen, als dieses bisher geschehen ist. In dem vorliegenden Buche ist dieses nun zahlenmäßig weiter durchgeführt. Aus den weiteren wissenschaftlichen Ausführungen ergibt sich nun im Verlaufe der verschiedenen Erdperioden eine stetige Zunahme der Bewegung bezw. der Strömungen in der Atmosphäre und Hydrosphäre der Erde, sowie eine immer größer werdende Wärmedifferenz zwischen Pol und Äquator. Hierdurch wurde auch eine Zunahme der atmosphärischen Niederschläge, die während der Primärzeit und der ersten Hälfte der Sekundärzeit noch verhältnismäßig spärliche waren, bedingt. Erst mit dem Lückenhaftwerden des unseren Planeten bis dahin umgebenden, geschlossenen Wolkenmantels und dem Hervortreten der Jahreszeiten in den höheren Breiten nahm die Regenmenge während der zweiten Hälfte

der Sekundärzeit allmählich zu, um aber erst mit dem völligen Zerreißen jenes schützenden Mantels in der Tertiärzeit mit viel größerer Schnelligkeit zu ihrem Maximum in der Diluvialzeit heranzuwachsen. Nach den Ausführungen des Verfassers drangen die ersten direkten Sonnenstrahlen nicht früher als in der späteren Sekundärzeit zur Erde und da noch viel seltener als heute; voll und kräftig traten sie überhaupt erst während der Tertiärzeit hervor, wo auch die Luft- und Meeresströmungen an Energie und Umfang ganz außerordentlich zunahmen.

Mit Hilfe der Physiologie der Pflanzen und Tiere sucht der Verfasser zugleich auch zu zeigen, weshalb bei den von ihm für die verschiedenen Erdperioden herauskonstruierten klimatischen Verhältnissen, bzw. deren Veränderungen während der betreffenden Zeiträume gerade die Tier- und Pflanzentypen entstanden, die wir da in der Tat auf der Weltbühne erscheinen sehen: so die Säugetiere in der Triasperiode, die Vögel in der Jura- und die Angiospermen in der Jura- oder der Kreideperiode. Ebenso glaubt der Verfasser zeigen zu können, weshalb sich mit dem Beginne der Tertiärzeit namentlich in den höheren Breiten sozusagen plötzlich jene überraschenden Veränderungen in der Flora und Fauna vollzogen, die verhältnismäßig schnell zu den heutigen Pflanzen- und Tierformen hinübergeführt haben. Für die älteren Floren bis zum Aufkommen der Angiospermen, namentlich auch für die Pflanzen der Steinkohlenperiode, wird in dem vorliegenden Buche das Meerwasser der Lagunen und seichten Meeresbuchten als Vegetationsgebiet angenommen, wie auch heute noch die weit ausgedehnten, hunderte von geographischen Quadratmeilen bedeckenden Mangrove- oder Rhizophoren-Wälder auf der seichten Ostküste von Sumatra im Salzwasser vegetieren.

Ein langjähriger Aufenthalt in den Tropen, verbunden mit zahlreichen Reisen, besonders durch das Inselreich eines werdenden Kontinentes, des malaiischen Archipels, hat den Verfasser zu geologischen Anschauungen geführt, die in mancher Beziehung von den bisher geltenden abweichen und anfangs teilweise überraschend erscheinen, die aber alle wissenschaftlich begründet werden. Das Buch ist nicht in Deutschland, sondern in jener fernen Inselwelt entstanden, wie auch in der Vorrede ausdrücklich hervorgehoben ist, mit deren Erdbeben, Kratern und seltsamen, optischen Phänomenen der Verfasser, die Leser des „Weltalls" in seinen interessanten Schilderungen (Jg. 10, S. 93, 109 und 245) bereits bekannt gemacht hat, so daß dieses neueste Carthaussche Werk keiner besonderen Empfehlung bedarf.

* * *

Die neue Welt der flüssigen Krystalle und ihre Bedeutung für Physik, Chemie, Technik und Biologie. Von **O. Lehmann,** Professor der Physik an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. VIII u. 388 Seiten mit 246 Abbildungen im Text. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig. 1911. Preis geh. 12,— M., geb. 13,— M.

In dem vorliegenden Buche hat sich Lehmann der dankenswerten Aufgabe unterzogen, seine Anschauungen über die flüssigen Krystalle zusammenfassend darzustellen. Über den reichen Inhalt des Werkes gibt das im folgenden abgedruckte Inhaltsverzeichnis Auskunft.

Einleitung. — Was ist ein Krystall? — Wie erklärt sich die Anisotropie? — Die molekulare Richtkraft. — Die optische Anisotropie. — Wie verhält sich ein Krystall bei Biegung? — Entsteht durch Kneten eine amorphe Masse? — Biegung durch Translation längs Gleitflächen. — Ist Umklappen des Raumgitters (Polymorphie) möglich? — Krystalle und Lebewesen. — Das Krystallisationsmikroskop. — Krystalliten und Mischkrystalle. — Die Entdeckung der Umwandlungstemperatur. — Doppelte Sättigung und Aufzehrungserscheinungen. — Die drei Aggregatzustände eines Körpers. — Was sind amorphe Körper? — Isomorphe und anomale Mischkrystalle. — Amorphe Stoffe sind keine Phasen. — Es gibt wirklich plastische Krystalle. — Gibt es auch flüssige Krystalle? — Gestaltungskraft und zusammenfließende Krystalle. — Spontane und erzwungene Homöotropie. — Erzwungene und spontane Pseudoisotropie. — Flüssige Schicht- und Mischkrystalle. — Krystalltropfen ohne Gestaltungskraft. — Physikalisch-homogene krystallinische Flüssigkeiten. — Künstliche Drehung der Polarisationsebene. — Knickung und Zwillingsbildung. — Heterotropie flüssiger Krystalle. — Lamellierte und ellipsoidale Mischkrystalltropfen. — Optische Eigenheiten dicker flüssiger Krystalle. — Stoffe mit mehreren flüssigen Zuständen. — Chemisches Mikroskop für thermische Analyse. — Wie entstehen Myelinformen? — Scheinbar lebende Krystalle. — Wachstum von Lebewesen. — Latentes Leben und Seele. — Atomseelen. — Muskelkraft. — Die Selbstreinigung flüssiger Krystalle. — Flüssige Krystalle und Magnetismus. — Konische und zylindrische Strukturen.

Das Buch ist nach Form und Inhalt ein spezifisch Lehmannsches Werk. Sein Zweck ist der, zu zeigen, zu welcher Auffassung Lehmann im Laufe seiner jahrzehntelangen Beobachtungen über die Natur der Krystalle gelangt ist. Das Buch gibt daher in der Hauptsache nur eine Übersicht über die Ergebnisse der Lehmannschen Arbeiten und berücksichtigt die Untersuchungen anderer Forscher nur in so weit, als sie mit Lehmanns Untersuchungen in Zusammenhang stehen. Daher

ist denn auch entsprechend der wesentlich qualitativen Arbeitsweise Lehmanns, die in unserer Zeit des wesentlich quantitativen Arbeitens in ihrer Bedeutung vielfach unterschätzt wird, die Darstellung der Erscheinungen fast ausschließlich qualitativ. Dieses Überwiegen des qualitativen Moments ist aus einem doppelten Grunde zu bedauern, erstens aus einem sachlichen Grunde, weil nämlich die quantitative Untersuchung einer Erscheinung eine wesentliche und unentbehrliche Ergänzung der qualitativen Beobachtung bildet und zweitens aus einem mehr persönlichen Grunde, dem Grunde nämlich, daß Lehmanns Wirken bei einer etwas mehr quantitativen Arbeitsweise die verdiente Anerkennung viel eher und in viel höherem Maße gefunden hätte.

Jedenfalls seien dem neuen Buche, dessen Verfasser zweifellos einer der besten Kenner der Krystallwelt ist, recht viele aufmerksame Leser gewünscht. Der an schönen Einzelbeobachtungen und an Anregungen reiche Inhalt bringt dem Leser reichen Gewinn.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

* * *

L'aplanétisme des surfaces et des lentilles elliptiques et hyperboliques par J. P. Konderef, Édition Atar Genève.

Eine der Hauptschwierigkeiten, die der Vervollkommnung der Linsen in hohem Maße entgegenstanden, bilden die durch die sphärische Aberration bedingten Bildfehler. Schon Deskartes hatte die Frage untersucht, ob es möglich wäre, Linsenflächen zu schaffen, die bei beliebig weiter Öffnung des abbildenden Büschels einen Objektpunkt wieder in einen Bildpunkt abbilden und hatte gefunden, daß diese Flächen im allgemeinen sehr komplizierte Kurven sind, die sich nur schwer praktisch herstellen lassen. Linsen, die von diesen cartesischen Flächen begrenzt wären, würden dann frei von Fehlern der sphärischen Aberration sein. Herr Konderef zeigt nun in der vorliegenden Broschüre, daß auch Ellipsoide und Hyperbeloide geeignet sind, eine aberrationsfreie Abbildung eines Punktes zu liefern, wenn nämlich der Brechungsexponent des betreffenden Glases gleich der reziproken Exzentrizität, dem Verhältnis von großer Achse zum Brennpunktsabstand ist. Der Verfasser macht dann verschiedene Vorschläge, wie man diese Eigenschaften zur Konstruktion von elliptisch und hyperbolitisch begrenzten Linsen verwenden könnte. Wenn auch dieses Ergebnis an sich ganz interessant ist, so dürfte ihm jedoch kaum eine größere praktische Bedeutung zukommen. Denn erstens gilt der Brechungsexponent eines Glases nur für eine ganz bestimmte Wellenlänge; diese Linsen könnten also nur für homogenes Licht der Farbe benutzt werden, für die ihr Brechungsexponent gilt; weisses Licht würde erhebliche chromatische Aberrationen hervorrufen; es wäre ja natürlich möglich, die Farbenfehler durch Kombination mehrerer Linsen von verschiedenen Brechungsexponenten herabzudrücken, wie es ja bei fast allen Objektiven üblich ist, aber dadurch dürften die technischen Schwierigkeiten erheblich wachsen. Aber selbst wenn es gelänge, die Systeme in dieser Weise gut zu achromatisieren, so würden sie doch auch so eine außerordentlich beschränkte Verwendbarkeit haben. Denn diese Linsen sind durchaus nicht im Abbeschen Sinne aplanatisch, sie bilden wohl Achsen-Punkte, nicht aber zur Achse senkrechte Flächenelemente durch beliebig weite Strahlenbüschel aberrationsfrei ab. Sollte auch diese Forderung erfüllt sein, so müßten die Linsen der Sinusbedingung entsprechen. Die Sinusbedingung ist aber offenbar an diesen Linsenflächen nicht erfüllt, da nach dem Sinussatz die Schnittpunkte der einfallenden und gebrochenen Strahlen auf dem apollonischen Kreise liegen müssen, der zu den beiden konjugierten Punkten gehört, für die die Sinusbedingung erfüllt sein soll. Deshalb würde die durch Linsen dieser Art bewirkte Abbildung durchaus nicht besser sein als die von den gewöhnlichen nur sphärisch korrigierten Linsen, ihre Herstellung aber wäre wesentlich schwieriger, so daß mit dem praktischen Ergebnis dieser Arbeit nicht viel gewonnen ist.

* * *

Die Theorie der modernen optischen Instrumente von Dr. Alexander Gleichen, Regierungsrat. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke 1911.

In sehr dankenswerter Weise liefert das vorliegende Werk eine eingehende Übersicht über die Konstruktion und Eigenschaften der modernen optischen Hilfsmittel und trägt dadurch einem dringenden Verlangen der Fachleute Rechnung. Doch nicht nur dem Fachmann bietet das Buch ein sehr wertvolles Hilfsmittel, sondern ist auch durchaus geeignet, jeden, der sich über die Fortschritte der praktischen Optik in den letzten Jahrzehnten zu orientieren wünscht, mit der Materie vertraut zu machen. Dazu trägt sowohl die elementar gehaltene Übersicht über die Grundlagen der geometrischen und physischen Optik wie auch besonders eine große Zahl durchgerechneter praktischer Aufgaben wesentlich bei.

Im ersten Kapitel werden die Grundgesetze der Reflexion, Brechung und Zerstreuung des Lichts behandelt. Das zweite beschäftigt sich eingehend mit dem Zustandekommen der Abbildung durch Kugelflächen und die hier geltenden Beziehungen. Das dritte Kapitel erläutert in anschaulicher

Weise den für die praktische Optik so wichtigen Begriff der Dioptrie, seine Erweiterung durch Gullstrand und seine praktische Anwendung. Im vierten gelangt die Strahlenbegrenzung und deren Einfluß auf die Abbildung zur Darstellung. Während die bisherigen Ausführungen wesentlich auf den Grundlagen der geometrischen Optik beruhten, also die Abbildung durch unendlich schmale, in der Nähe der optischen Achse verlaufende Strahlen zustande kommen sollte, werden im fünften Kapitel die Bildfehler besprochen, die bei der Abbildung durch weite Büschel oder sehr schief zur Achse auffallende Strahlen hervorgerufen werden, die sphärische Abberation und der Astigmatismus Die Sinusbedingung wird an dieser Stelle ebenfalls sehr anschaulich abgeleitet. Im speziellen Teil wird zunächst das menschliche Auge, seine Abbildungsfehler und deren Beseitigung durch Brillengläser an der Hand von zahlreichen Beispielen erläutert, dann die kombinierte Wirkung der einzelnen optischen Instrumente und der Augen dargestellt, zunächst die Lupen, dann die astronomischen und terrestrischen Fernrohre — hier wird das Prinzip der hauptsächlichsten Okularkonstruktionen klargelegt — und dann werden die verschiedenen Ausführungsformen der Prismenfernrohre und ihre Vorzüge vor den gewöhnlichen terrestrischen Fernrohren eingehend geschildert. Ein größerer Raum ist naturgemäß den Zielfernrohren gewidmet, deren Güte ja mit den Leistungen der modernen Feuerwaffen Hand in Hand geht. Das Goerzsche Panorama-Fernrohr wird in seinen Konstruktionsdetails erläutert, ebenso die Geschützaufsätze der Firma Zeiß. Eine eingehende Würdigung findet dann das stereoskopische Sehen, das erst in der letzten Zeit eine so hohe Bedeutung in der Entfernungsmeßtechnik, sowohl für geodätische wie auch astronomische Zwecke gefunden hat. Beim Mikroskopbau wird nicht nur eine eingehende Schilderung der optischen Wirkungsweise gegeben, sondern es sind hier auch alle bemerkenswerten Neukonstruktionen und Verbesserungen bis ins einzelne klargelegt, die Bedeutung der Kondensoren für die Mikroskopie wird eingehend besprochen. Entsprechend der besonderen Rolle, die die photographischen Objektive als optische Instrumente spielen und auch ihrer hohen Vervollkommnung in den letzten zwanzig Jahren, sind die für ihre Konstruktion maßgebenden Gesetze klar hervorgehoben und eine Übersicht über die gebräuchlichsten Typen angegeben. In der Ophtalmologischen Optik sind die an Brillengläsern und Augenspiegeln erzielten Verbesserungen der letzten Jahrzehnte dargestellt. Zum Schluß legt der Verfasser eingehend die Bedeutung des Aplanatismus für die optischen Systeme dar und weist auf die hervorragende Wichtigkeit hin, die die aplanatischen Systeme in der Zukunft der optischen Technik spielen werden.

Das Werk kann bei seiner übersichtlichen und klaren Darstellungsweise, die durch zahlreiche Abbildungen noch erhöht wird, zum Studium der modernen optischen Instrumente dringend empfohlen werden.

* * *

Jahrbuch der Motorluftschiff-Studiengesellschaft. Vierter Band 1910—1911. Mit 72 Textfiguren. Verlag von Julius Springer in Berlin. Gebunden Preis M. 6,—.

Im neuen Jahrbuch der M. St. G. kommt das bereits in der vorigen Ausgabe bewiesene Bestreben, durch Erweiterung des wissenschaftlichen Teiles das Jahrbuch mehr und mehr zu einem auch für Fachleute wertvollen Werke auszugestalten, sowohl in der Form als auch im Inhalt erneut und verstärkt zum Ausdruck.

Geheimrat Aßmann bespricht in seiner interessanten Abhandlung über den Warnungsdienst für Luftfahrer die Ursachen der zahlreichen und schweren Unglücksfälle im Jahre 1910 und die Maßnahmen, welche zur Organisation eines Warnungsdienstes für Luftfahrer zu ergreifen sind.

Der Bericht von Professor Prandtl über die Tätigkeit der Göttinger Versuchsanstalt und die wissenschaftliche Abhandlung von Dr. Föppl, Aachen, über „Windkräfte an ebenen und gewölbten Platten" umfassen die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen, welche im letzten Jahre in der Göttinger Versuchsanstalt angestellt wurden. Sie dürften im Verein mit den Jahrbüchern der Vorjahre für jeden Fachmann auf diesem Spezialgebiet eine unentbehrliche Quelle des Studiums sein.

In seiner Abhandlung über Luftschiffmotoren berichtet Direktor P. Daimler, Cannstatt, über die neuesten Erfahrungen, welche im verflossenen Jahr auf diesem Gebiete gemacht wurden. — Die Weiterentwicklung der astronomischen Navigation im Luftschiff hat einen guten Schritt vorwärts getan durch Einführung des eingehend besprochenen Instruments Orion, dessen Patente im Besitz der M. St. G. sind.

In anregender und volkstümlicher Weise schildern die folgenden mit zahlreichen Illustrationen versehenen Abhandlungen die letztjährigen Fahrten des P. L. 5 und 6, während der letzte Artikel eine kurze Übersicht über den augenblicklichen Stand der Luftschiff- und Flugzeugindustrie in den verschiedenen europäischen Staaten bringt. Wir können das reichhaltige, geschickt zusammengestellte und mit großer Sorgfalt ausgestattete Jahrbuch allen Interessenten warm empfehlen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

11. Jahrgang, Heft 24. Verlag der Treptow-Sternwarte, 1911 (Zweites Septemberheft).
Berlin-Treptow.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis jährlich 12.— Mark (Ausland 16.— Mark) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Treptow-Berlin, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— Mk., 1/2 Seite 45.— 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

INHALT

Die drei neuen Kometen Brooks 1911c, Quénisset 1911f und Beliawsky 1911g.

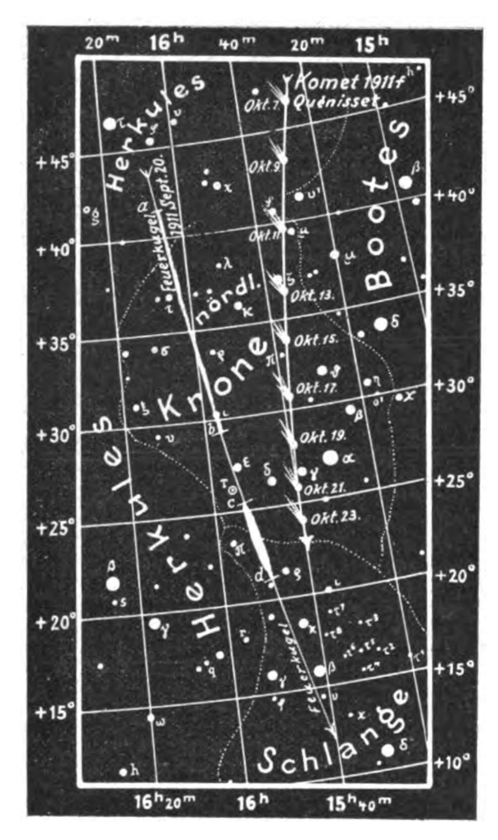
Von Dr. F. S. Archenhold.

1. Brooks 1911c.

Der Komet Brooks 1911c ist noch heller geworden und jetzt bereits 2,5. Größe. Auf einer Photographie, die ich am 3. Oktober mit einem 6-Zöller von Busch, der an unser großes Fernrohr anmontiert wurde, bei einer Expositionsdauer von nur 10^m hergestellt habe, ließ sich der Schweif auf der Originalplatte, obgleich der Himmel etwas diesig war, fast 5^0 weit verfolgen. Im großen Fernrohr selbst zeigte der Kern interessante Ausstrahlungen, die unter einem Winkel von 70^0 gegeneinander verliefen und fast bis zum Ende des Kopfes zu verfolgen waren. An vielen Orten ist dieser Komet jetzt mit bloßem Auge und einer Schweiferscheinung gesehen worden. So schreibt uns Freiherr E. von Hake aus Hasperde bei Hameln: „Ich möchte Ihnen mitteilen, daß ich gestern den 28. September, abends um $8^h 30^m$ zum ersten Male den Schweif des Kometen 1911c wahrgenommen habe. Am 27. konnte ich trotz eifrigen Beobachtens den Schweif noch nicht wahrnehmen. Er hatte die Länge von $6\frac{1}{2}^0$, seine Breite war nur gering, sie betrug ungefähr $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}^0$. Seine Lichtstärke war so stark, daß man ihn nach schärferem Hinsehen mit freiem Auge sehen konnte. Um $9^h 15^m$ konnte der Schweif nicht mehr gesehen werden." Weiter teilt Herr Dr. Korn z. Zt. Filehne (Provinz Posen) mit: „Hier ist der Schweif am 15. September schon mit dem Feldstecher, am 17. sogar mit dem bloßen Auge gesehen worden; am 27. September zeigte der Schweif hier im 3-Zöller 12^0 Länge, bei Luft 3, mit bloßem Auge 4^0. Durchmesser des Kopfes am 27. war 20′, des Schweifes an der Koma 12′, gegen das Ende ungefähr 25′ groß." Die Helligkeit des Kometen scheint Schwankungen unterworfen zu sein, sodaß weitere ständige Lichtschätzungen erwünscht sind.

2. Quénisset 1911f.

Ein neuer heller Komet Quénisset 1911f ist am 23. September 1911 auf der Sternwarte Juvisy bei Paris im kleinen Bären entdeckt worden.



Lauf des Kometen Quénisset 1911f vom 7. Oktober bis zum 23. Oktober. (Auf der Karte ist auch der Lauf der Feuerkugel vom 20. September 1911 aufgezeichnet, vgl. Weltall Jg. 11, S. 356.)

Er bewegt sich fast um 2° Dekl. täglich nach Süden zu, sodaß er in unseren Breiten nicht lange zu sehen sein wird. Wir geben seinen Lauf auf beifolgender Karte wieder.

Hiernach steht er jetzt schon im Sternbild des Herkules und rückt bereits am 11. Oktober in das Sternbild der nördlichen Krone. An diesem Tage steht er hier beim Stern μ, am 13. beim Stern ζ und am 20. beim Stern γ; am 24. rückt er schon in das Sternbild der Schlange.

In dieselbe Karte habe ich die am 20. September 1911 von mir beobachtete Feuerkugel (Vgl. „Weltall" Jg. 11 S. 356) eingetragen, und zwar ist der erste Schweif dieser Feuerkugel zwischen a und b und der zweite Schweif zwischen c und d sichtbar gewesen.

Der Komet Quénisset 1911f gehört zu der Schar der nichtperiodischen, die nur einmal in die Nähe der Sonne kommen, um dann für immer zu verschwinden. Diese Sonnennähe erreicht er nach einer Bahnberechnung von Ebell (A. N. 4527) am 12. November. Da er sich jedoch immer weiter von der Erde entfernt, so wird seine Helligkeit höchstens die eines Sternes 6. Größe erreichen. Für unsere Leser, die ein Fernrohr mit Kreisen besitzen, geben wir die Rektaszension und Deklination in folgender Tabelle wieder.

1911	Rektascension	Deklination	Entfernung in Millionen Kilometern von der Sonne	Erde
Okt. 8	$15^h\ 27^m\ 59^s$	+ 45° 4′,8	153	150
9	29 25	43 19,6		
10	30 45	41 36,9	150	154
11	31 59	39 56,8		
12	33 8	38 19,3	146	158
13	34 12	36 44,4		
14	35 11	35 11,9	143	163
15	36 6	33 41,9		
16	36 58	32 14,4	140	168
17	37 46	30 49,2		
18	38 30	29 26,4	138	173
19	39 11	28 5,8		
20	$15^h\ 39^m\ 50^s$	+ 26° 47′,5	137	178

Er zeigt bereits ebenso wie der Brooksche Komet einen längeren Schweif, aber sein Kern ist bedeutend kleiner. Am 20. Oktober wird seine Entfernung von der Erde bereits 178 Millionen km betragen.

3. Beliawsky 1911g.

Weiter haben wir noch die Entdeckung eines sehr hellen neuen Kometen Beliawsky 1911g zu melden. Derselbe ist in der Simeïs-Sternwarte in der Krim am 28. September im Sternbild des Löwen bereits in der Helligkeit eines Sternes 3. Größe aufgefunden worden. Ich habe ihn am 4. Oktober morgens

4^h 45^m am Osthimmel sowohl mit dem Kometensucher als auch mit dem Hensoldtschen Prismenbinocle beobachten können. Derselbe zeigte einen scharfen Kern und einen gleichmäßigen 2° langen Schweif, der sehr breit war, sodaß der Komet eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Johannesburger Kometen 1910a aufwies. Er bildet mit Regulus und Venus ein fast gleichseitiges, rechtwinkliges Dreieck, in dessem rechten Winkel die Venus stand. Er zeigt eine starke Bewegung nach Osten, eine Bahnbestimmung liegt noch nicht vor. Am folgenden Tage konnte ich ihn bereits eine viertel Stunde früher am Morgenhimmel auffinden. Auf einer photographischen Aufnahme ist er, obgleich es sich sehr bald bezogen hat, noch deutlich zu erkennen. Er ist nur noch kurze Zeit am Morgenhimmel zu beobachten. Seit 15 Jahren ist es wieder das erste Mal, daß wir so viele und helle Kometen zu gleicher Zeit am Himmel beobachten können.



Zerfallsprozesse in der Natur.

Auszug aus einem Vortrag von Geh. Rat Prof. Dr. Engler-Karlsruhe, gehalten auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe 1911.

Wie Energie und Materie in dem Weltbetrieb einen ewig sich wiederholenden Kreislauf des Aufbaues und Abbaues beschreiben, indem sie abwechselnd sich zu Sonnen vereinigen, von da aus wieder in das Universum zerstrahlen und zerstäuben, um dann von neuem in einen solchen Kreislauf einzutreten, so bildet auch das organische Leben auf unserem Planeten einen Kreislauf. Im Gegensatz zu dem Weltbetrieb, an dem sich die Gesamtenergie und Gesamtmaterie beteiligen, nimmt an dem Kreislauf des organischen Lebens nur ein fast unendlich kleiner Teil der Materie teil, und die treibende Kraft der Sonne scheidet während einer jedesmaligen Umdrehung aus und muß durch neue Sonnenenergie ersetzt werden. Einige Fälle des abbauenden Teiles dieses Kreislaufes, des Vergehens der organischen Substanz und dessen Produkte werden näher besprochen.

Zur Klarstellung des Zusammenhangs zwischen Vergehen und Entstehen werden kurz die derzeitigen Ansichten über das erste Entstehen des organischen Lebens definiert: Die Generatio spontanea oder Selbstzeugung und die Panspermie oder die Lehre von den Kosmozoen. Nach der ersteren Ansicht können überall, auf jedem Weltkörper, wo die dafür günstigen Bedingungen vorhanden sind, lebende Organismen aus lebloser unorganischer Materie entstehen und sich bis zu den höchst organisierten Lebewesen entwickeln, eine Meinung, die von jeher ihre Anhänger hatte, von Thales bis zu den Alchemisten, von Wagner, den wir im Faust an der Arbeit sehen, bis zu jenem englischen Physiker, neuester Zeit, der irrtümlicher Weise glaubte, durch Bestrahlung mit Radium in einer Gelatinelösung Leben hervorrufen zu können. Alle Versuche in dieser Richtung haben sich bisher als nichtig erwiesen, und man darf sich auch durch die glänzenden Ergebnisse der neueren Biologie, welche zeigen, daß man gewisse Lebenserscheinungen künstlich hervorrufen kann, wie z. B. am tierischen Ei durch chemische Mittel, trotz des großen darinliegenden Fortschrittes, nicht irre machen lassen. Noch immer trennt uns eine tiefe Kluft von der Lösung des Lebensproblems.

Nach der Lehre von den Panspermen war das Leben gleich Energie und Materie von Uranfang an vorhanden, und es sei ebenso aussichtslos, den Uranfang des Lebens wie den von Energie und Materie ergründen zu wollen.

Die Verbreitung des Lebens denkt man sich dabei durch kleinste Urkeime, die gemäß der Annahme **Arrhenius** vermittelst des Strahlungsdruckes der Sonne durch das Weltall getrieben werden und überall zur Entwicklung kommen können, auf jedem Weltkörper, wo die für deren Wachstum erforderlichen Bedingungen vorhanden sind, wie z. B. auf der Erde, vielleicht auch auf den Planeten Mars und Venus, nicht wahrscheinlich auf den übrigen Planeten, weil hier die Temperatur zu hoch oder zu niedrig ist. In der organischen Substanz der Lebewelt nimmt der Kohlenstoff eine besondere Stellung ein. Um ihn gruppieren sich die übrigen Elemente, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff usw. Seiner staunenswerten Kombinationsfähigkeit, d. h. der Fähigkeit seiner Atome sich mit anderen Atomen und mit sich selbst zu Tausenden der vielartigsten Verbindungen zu vereinigen, verdankt die lebendige organische Substanz ihre wunderbare Gestaltung. Er ist durch diese Fähigkeit unter den für die Betätigung derselben auf unserem Planeten vorhandenen besonders günstigen Bedingungen zur Herrschaft über die übrigen Elemente gelangt. Sein Kreislauf bietet deshalb besonders Interesse, auch in seinem abbauenden Teil. Nachdem er aus der Kohlensäure der Luft in die Pflanzen gelangt ist und dort mit anderen Elementen die Pflanzensubstanz: Stärkemehl, Zellstoffe, Zucker, Eiweiß usw gebildet hat, wobei zugleich Sonnenenergie als chemische Energie aufgenommen wurde, können wir die **Pflanzen als Akkumulatoren** aufgespeicherter organischer Substanz mit aufgespeicherter Sonnenenergie ansehen.

Mit dem Absterben einzelner Teile, zuletzt des Ganzen, beginnt der Abbau, welcher auf drei verschiedenen Wegen erfolgen kann. Weitaus der größte Teil unterliegt der Verwesung, wobei als Endprodukte dieses unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft vor sich gehenden Prozesses wieder Kohlensäure und Wasser, die Ausgangsmaterialien, gebildet werden. Dabei erörtert der Vortragende insbesondere den Prozeß dieser langsamen Verbrennung und die Atoxidationstheorie. Das Wesentliche der letzteren ist, daß die Oxydation durch Vermittlung von Überträgern, „Induktoren“ (Autoxidatoren) oder „Katalysatoren“ erfolgt, wobei die Sauerstoffmoleküle sich vorübergehend als ganzes an die Überträger anlagern, die ihn dann teilweise oder ganz an die sonstigen nicht oder doch nur schwer oxydalen Stoffe, die „Akzeptoren“, weitergeben und so eine beschleunigte Oxydation und Zersetzung herbeiführen. Bei biochemischen Vorgängen in Pflanze und Tier, auch bei der Zersetzung derselben durch Verwesung, spielt diese Übertragung und Beschleunigung der Wirkung des Sauerstoffs eine sehr wichtige Rolle. Als Induktoren und Katalysatoren wirken dabei die Oxydationsfermente (Oxydasen). Die auf diese Weise durch Verwesung „langsam verbrennende“ organische Substanz liefert dabei ebensoviel Wärme, wie sie beim raschen Verbrennen mit Flamme entwickeln würde, nur wird diese infolge Wasserverdampfung, wegen des langsamen Verlaufs und der ständigen Abkühlung meist nicht direkt wahrnehmbar. (Die dadurch gebildete Kohlensäure, zirka 48 Milliarden Tonnen, entspricht annähernd dem 50. Teil der Gesamtkohlensäure unserer Atmosphäre, ohne daß jedoch deren Kohlensäuregehalt dadurch beeinflußt würde, weil er durch Wiederassimilation durch die Pflanzen und durch andere bekannte Ursachen reguliert wird.

Sowie der Übergang des Kohlenstoffs der Pflanzenreste in Kohlensäure durch Schmarotzer nur einen Umweg darstellt, so bedeutet auch der Abbau der Pflanzensubstanz auf dem zweiten Weg des Abbaus, als Nahrungsmittel der Tierwelt, nur einen Umweg, denn auch dabei findet eine langsame Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser statt, und der Sauerstoff der Luft wird auch im

tierischen Organismus, durch Oxydationsfermente gemäß der Paroxydtheorie übertragen. (Der Anteil der Atmungskohlensäure des gesamten Tierlebens dürfte, auf 5 bis 10 Milliarden Tonnen pro Jahr geschätzt, höchstens etwa den 5. Teil der Gesamtkohlensäure aus zersetzten Pflanzen betragen. Der Anteil, der durch den menschlichen Organismus erzeugt wird, beträgt rund 600 Millionen Tonnen im Jahr, etwa den 80. Teil.)

Einen wissenschaftlich sowohl als auch für die Gestaltung unseres heutigen Kulturlebens interessanten Fall des Abbaus oder Zerfalls organischer Lebenssubstanz haben wir in der Bildung von Kohle und Erdöl. Beides sind Reste, welche die zu ihrer vollständigen Zersetzung durch Verwesung nötige Sauerstoffmenge nicht gefunden haben, so daß anstatt einer Ablösung der organischen Substanz durch Autoxydation in nur flüchtige Produkte, bei der Verwesung ein Fäulnisprozeß eintrat, bei welchem die Elemente der organischen Substanz durch innere Umlagerung nur teilweise verflüchtigt wurden, so daß schließlich je nach der Natur des Ausgangsmaterials besonders kohlenstoffreiche Dauerreste als Kohle, oder kohlenwasserstoffreiche Dauerreste als Bitumen oder Erdöl zurückbleiben. Bedingung der Bildung dieser Produkte war, daß die in Frage kommenden pflanzlichen und tierischen Reste vor ihrer völligen Verwesung von der Luft abgeschlossen wurden, wodurch ihre vollständige Verflüchtigung durch Oxydation gehemmt oder ganz behindert wurde, und jene Dauerreste zurückbleiben mußten. Der tierische Zerfallsprozeß führte hier gewissermaßen in eine Sackgasse, und es bildeten sich jene gewaltigen Ansammlungen nicht völlig zersetzter organischer Reste, die nach vieltausendjähriger Ruhe erst in der Neuzeit allmählich durch Menschenhand gehoben und ihrer endgültigen Bestimmung, der Oxydation zu Kohlensäure und Wasser, durch Verbrennung zugeführt werden. Die Bedeutung der Kohle für unser Wirtschaftsleben und im Zusammenhang damit für unser ganzes Kulturleben bedarf keiner besonderen Betonung. In ihr ist die Sonnenenergie früherer Jahrtausende aufgespeichert, und sie ist, indem man sie verbrennt, die vornehmste Kraftquelle unserer in der Neuzeit zu so gewaltiger Entwicklung gelangten Industrie. In dem wirtschaftlichen Konkurrenzkampf der Völker spielt deshalb der Kohlenvorrat ihrer Territorien eine hochbedeutsame Rolle: Je mehr Kohlen ein Land besitzt, umso längere Dauer scheint die Grundlage der Weiterentwicklung seiner Industrie gegeben. Es dürfte nicht ohne Interesse sein, zu erfahren, daß nach neuerer Schätzung im Jahre 1908 der Gesamtkohlenvorrat Europas ungefähr 700 Milliarden Tonnen betrug, wovon auf das Deutsche Reich 411 Milliarden Tonnen, auf Groß-Britannien 193, auf Belgien 20, auf Frankreich 19, auf Oesterreich-Ungarn 17 und auf Rußland 40 Milliarden Tonnen entfallen. Hiernach ist das Deutsche Reich mit seinen gewaltigen Kohlenlagern in Lothringen, Rheinland und Westfalen, vor allem auch in Schlesien im glücklichen Besitz von weit über die Hälfte des Gesamtvorrats an Steinkohle in Europa. Noch reicher gesegnet mit Kohle sind allerdings die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika mit einem geschätzten Kohlenvorrat von 680 Milliarden Tonnen. Europa und Nordamerika zusammen weisen somit einen Vorrat von rund 1400 Milliarden Tonnen auf. Macht man die allerdings willkürliche doch wohl kaum übertriebene Annahme, daß die übrigen Erdteile zusammen, von denen bekanntlich Asien in China ganz gewaltige Kohlenlager besitzt, mindestens ebensoviel Kohlen haben, so kommt man auf einen ungefähren Kohlenvorrat der ganzen Erde von gegen 3000 Milliarden Tonnen. Vollständig verbrannt ergäben jene 1400 Milliarden Tonnen Kohle bei nur 75% Kohlenstoffgehalt 3800 Milli-

arden Tonnen Kohlensäure. Da die Gesamtmenge der Kohlensäure unserer Atmosphäre aber nur ein Gewicht von 2400—2500 Milliarden Tonnen besitzt, so würde diese nur zu $^2/_3$ ausreichen, um die in den Kohlenflözen Europas und Nordamerikas aufgespeicherten Kohlen zu bilden und nur zu etwa $^1/_3$ für die Bildung des Gesamtkohlenvorrats der Erde. Dabei ist aber noch zu berücksichtigen, daß bei der Verkohlung der Pflanzensubstanz sehr viel Kohlenstoff als Sumpfgas (Methangas) und Kohlensäure in Verlust gerät, so daß nahezu doppelt so viel Kohlensäure nur zur Bildung der europäisch-nordamerikanischen Kohlenlager erforderlich war, als die atmosphärische Luft im ganzen heute enthält. Sie ist ja auch in der Tat zur Zeit der Bildung der Kohlenlager, also zur Karbonzeit, auch noch zur Tertiärzeit erheblich kohlensäurereicher gewesen als jetzt, womit wiederum höhere Temperatur und üppigere Flora und Fauna im Zusammenhang steht.

Legt man die derzeitige Förderung an Steinkohlen zugrunde, so reicht der Gesamtvorrat für das Deutsche Reich noch 3000 Jahre, für Groß-Britannien 700, für das übrige Europa 900, für Nordamerika 1700 Jahre. Allerdings liegen die Kohlenflöze größtenteils so tief, daß an ihre völlige Ausbeutung heutigen Tages, der hohen Kosten wegen, nicht zu denken ist. Indessen sind auch hierin solche technischen Fortschritte mit Sicherheit zu erwarten, daß in späterer Zeit der Abbau dennoch möglich sein wird. Unter Hinzurechnung von 175 Millionen Tonnen Braunkohlen betrug die Gesamtförderung von Kohle im Jahre 1909 nicht weniger als 1100 Millionen Tonnen, entsprechend einem Kohlenwürfel von 900 m Seitenlänge oder gleich dem 290fachen Volumen der Cheopspyramide.

Nimmt man als rohe Gesamtwasserkraft der Erde (nach Prof. Rehbock) 8 Milliarden (nach Flügel) bis 10 Milliarden Pferdestärken an, wovon Europa nur 400 Millionen, Asien 5000, Afrika 1200 (die Zambesifälle allein 35 Millionen), Nordamerika 2300 (Niagarafälle 5 Millionen), Südamerika 1300, Australien 1,2 Mill. Pferdestärke besitzt, so wären zur Erzeugung derselben Kraft vermittelst Dampfmaschinen jährlich 70 Milliarden Tonnen Kohlen nötig; unser Gesamtvorrat an Steinkohlen Europas und Nordamerikas (1400 Milliarden Tonnen) wäre damit in 20 Jahren total aufgebraucht. Da aber von der rohen Gesamtwasserkraft nach Rehbock nur etwa $^1/_{16}$ ausnutzbar sein dürfte (so daß sich die praktisch verwertbare Wasserkraft der Erde auf etwa 500 Millionen Pferdestärken reduziert), vermindert sich der jährliche wasserkraftäquivalente Kohlenbedarf auf 4,4 Milliarden Tonnen. Immerhin müßte dafür die jährliche Kohlenförderung auf das vierfache gesteigert werden. Man muß hoffen, daß der derzeitige so geringe Nutzeffekt der Kohle in den Dampfmaschinen von nur 15% der theoretischen Energie baldigst, vielleicht auf elektrischem Wege, wesentlich erhöht und damit der derzeitigen Kohlenverschwendung gesteuert werde.

Immerhin, es kommt der Tag, an welchem unser jetzt noch gewaltige Kohlenvorrat verbraucht sein wird, und wenn bis dahin keine andere Energiequelle für industrielle Zwecke gefunden ist, so wird eine ganz andere Verteilung des industriellen Lebens auf der Erde die notwendige Folge sein. Da kommen dann vielleicht die alten Kulturländer Asiens mit ihrer Hälfte der Gesamtwasserkraft der Erde wieder zu ihrem historischen Recht; demnächst folgten Amerika und Afrika, während Europa in die bescheidene Rolle industrieller Leistungsfähigkeit wie etwa vor dem Mittelalter zurücksinken müßte. Doch wer möchte wagen zu behaupten, daß es dem menschlichen Geiste bis dahin nicht gelungen sein sollte, neue Wege einer direkteren Verwertung der Sonnenenergie oder andere neue Kraftquellen aufzufinden, Intelligenz und technisches Wissen und

Können zu noch höherer Geltung zu bringen gegenüber der rohen Naturkraft, als heute?

Neben der Kohle bildet das Erdöl einen zweiten Vorrat an Restsubstanz organischen Lebens. Auch dieses ist auf dem Wege seiner völligen Zersetzung durch Luftabschluß in eine Sackgasse geraten, aus der es durch Menschenhand befreit und seiner Bestimmung, der Verbrennung zu den Ausgangsmaterialien Kohlensäure und Wasser, zugeführt werden muß.

Während sich die Kohle in der Hauptsache aus der Zellsubstanz und den sonstigen Kohlenhydraten der Pflanzensubstanz gebildet hat, nimmt man jetzt fast allgemein als Urmaterial des Erdöls die flüssigen und festen Fette und Wachse tierischer und pflanzlicher Lebewesen an. Dabei kommt höchstwahrscheinlich ebensowohl die Makro- als die Mikro-Fauna und -Flora in Betracht, in letzterer hauptsächlich wieder organisierte pflanzliche Gebilde wie Fettalgen, Diatomeen usw., von ersteren vorwiegend Kleintiere des Meeres und brakischer Küstenwässer, auch Fische, Saurier etc.

Sowie man das in alten Gräbern häufig auftretende Leichenwachs oder Adipocire als das nach dem Wegfaulen und Verwesen der stickstoffhaltigen organischen Substanz hinterbliebene, allerdings auch schon etwas veränderte menschliche Fett anzusehen hat, muß man annehmen, daß bei mangelndem oder ganz behindertem Luftzutritt in den mit Schlamm vermischten und von Schlamm bedeckten natürlichen Leichenfeldern tierischer Organismen sich nach dem Verschwinden der Nichtfettstoffe durch Fäulnis und Verwesung Massenreste von Fetten ansammeln. Ein ganz analoger Vorgang führt zu Ansammlungen pflanzlicher Fett- und Wachsreste. Das für die Erdölgenese Wesentliche dieses Vorgangs liegt in der natürlichen Abtrennung beziehungsweise Beseitigung der Nichtfettstoffe, der Muskelsubstanz, pflanzlichen Zellsubstanz etc., der abgestorbenen Organismen durch Fäulnis und Verwesung, denn ohne diese läßt sich eine plausible Erklärung für die Bildung der fast reinen Kohlenwasserstoffe des Erdöls aus tierischer und pflanzlicher Substanz nicht finden; müßten doch sonst im ersteren Fall dem Erdöl große Mengen stickstoffhaltiger Öle, im letzteren Fall Kohlen beigesellt sein, was nicht der Fall ist.

Es ist nun aber weiterhin auch noch gelungen, durch Erhitzen im geschlossenen Rohr unter starkem Druck tierische und pflanzliche Fette und Wachse künstlich in Erdöl umzuwandeln, und da man annehmen darf, daß dieselbe Umwandlung auch in der Natur, und zwar in fast unendlich langen Zeiten auch bei erheblich niederer Temperatur als beim Laboratoriumsversuch (300—350°) vor sich geht, ist damit eine ausreichend begründete Ansicht von der natürlichen Bildung des Erdöls gegeben.

Der noch vorhandene Vorrat an Erdöl in den verschiedenen Erdöllagern der Erde ist bis jetzt nicht sachgemäß eingeschätzt geworden. Macht man aber einmal die Annahme, es ruhe noch etwa die zehnfache Menge der von 1860 bis jetzt geförderten 540 Millionen Tonnen Erdöl im Schoße der Erde, so käme man auf einen noch vorhandenen Vorrat von rund 5000 Millionen Tonnen, welcher bei einer Jahresförderung von 50 Millionen Tonnen (1910: 44 Millionen) noch für 100 Jahre vorhalten würde. Ein vielfaches davon dürfte kaum zu erwarten sein, höchstens das doppelte, oder vielleicht weniger, so daß man, da eine nennenswerte natürliche Nachbildung nicht vorhanden ist, in absehbarer Zeit dem Ende der Erdölproduktion entgegensehen muß; immerhin eine Kalamität im Hinblick namentlich auf die Bedeutung dieses Naturproduktes für die Kraftfahrzeuge zu Wasser, Land und Luft. Für geraume Zeit wird man sich

noch durch Verschwelen der verschiedenen Bitumine, meist unfertige Übergangsprodukte des Erdöls, helfen können.

Wie in der Kohle, so haben wir auch in dem Erdöl ein Zerfallsprodukt, dessen Bildung durch Sonnenenergie vermittelt ist. Und die Flamme der Petroleumlampe ist Sonnenlicht und Sonnenwärme, die vor Tausenden und Millionen Jahren herübergestrahlt sind auf die Erde.

Zum Schluß berührt der Vortragende kurz die Frage nach der Quelle der Strahlungsenergie der Sonne. Der Gedanke, daß die gewöhnlichen chemischen Reaktionen etwa einer Art Verbrennungsprozeß entstammen, mußte aufgegeben werden, da das Gesamtmaterial der Sonnenmasse für eine solche Reaktion nur für etwa 5000 Jahre ausgereicht haben würde, während wir schon aus historischer Zeit wissen, daß ihr Alter ein viel höheres sein muß; hätte sie doch sonst zu Zeiten Altbabylons, vor zirka 6000 Jahren, noch nicht geschienen haben können. Auch die Helmholtzsche Kontraktionstheorie, wonach die strahlende Sonnenwärme auf ein Zusammenziehen der Sonnenmasse zurückgeführt wird, mußte aufgegeben werden, weil sie eine gleich starke Wärmeabgabe nur für einen Zeitraum von gegen 20 Millionen Jahre erklären kann, während das Alter gewisser geologischer Schichten, in denen man die Spuren lebender Organismen aufgefunden hat, auf ein Alter auch der letzteren zwischen 100 und 1000 Millionen Jahren schließen läßt. So wurde man nach der Entdeckung des Radiums mit seinem nach bisherigen Begriffen geradezu unerhörten Strahlungsvermögen zu der Ansicht geführt, daß sich im Innern der Sonnenmasse eine Anhäufung von Radium und verwandter Stoffe finden müsse, die die Quelle einer Energiefülle sei. Bedenkt man, daß 1 g Radium, indem es zerfällt, ungefähr 2000 Millionen kalorische Einheiten abgibt, während 1 g Steinkohle bei der Verbrennung nur 700 liefert, man also annähernd 6 Zentner Kohle verbrennen muß, um so viel Wärme zu erhalten, wie aus 1 g Radium erhältlich ist, so ergeben sich unter der obigen Annahme für die Deckung des Wärmeverlustes der Sonne Hunderte und Tausende von Millionen Jahren, zumal da man zu der Annahme berechtigt ist, daß auch noch radioaktivere Stoffe als das Radium selbst sich im Sonneninnern befinden. Somit scheint es also nicht, wie man früher anzunehmen geneigt war, ein wärmeabgebender Bildungsprozeß einer komplizierteren Verbinduug aus einfacheren Komponenten zu sein, sondern ein Prozeß des Zerfalls mit Energie beladener komplexer Körper, der als die Quelle der Energiestrahlen der Sonne anzusehen ist, und es verdankt deshalb auch unser ganzes Erdenleben die Möglichkeit seiner Existenz und Erhaltung auf unabsehbare Zeiten einem Zerfallsprozeß, der in weiter Ferne von uns auf der Sonne sich abspielt.

Elektronenemission bei chemischen Reaktionen.

Auszug aus einem Vortrag von Prof. F. Haber-Karlsruhe, gehalten auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe 1911.

Die Elektronenemission bei chemischen Reaktionen ist ein Gegenstand, den die Wissenschaft bisher nicht behandelt hat. Aber das Thema steht in Beziehung zu Fragen des Faches, die der erste Vertreter der physikalischen Chemie an der Karlsruher Hochschule Lothar Meyer vor langer Zeit behandelt hat. Der Vortragende hat den Gegenstand in einer längeren Untersuchung gemeinsam mit G. Just verfolgt. Der Gedanke, daß die große Zahl der chemischen Elemente nicht die letzte Grundform der Materie darstellt, sondern daß sich die Atome der Elemente aus einem einheitlichen Grundstoff aufbauen, ist

alt. Aus ihm ist im vorigen Jahrhundert die Erkenntnis von dem Gruppenzusammenhang der chemischen Elemente entstanden, die in dem periodischen System derselben zum Ausdruck gelangt. Aber für die Frage, welche innere Beschaffenheit der Elementaratome diesen Zusammenhang bedingt, fehlten der Chemie im vorigen Jahrhundert die zur erfolgreichen Bearbeitung unentbehrlichen Kenntnisse. Ein großer Fortschritt wurde um die Wende des Jahrhunderts durch die Erkenntnis gemacht, daß die negative Elektrizität aus diskreten einander gleichen Teilchen einer feineren Materie, den Elektronen, besteht, welche durch die verschiedensten physikalischen Hilfsmittel, nämlich durch elektrische Kräfte, durch kurzwellige Bestrahlung und durch hohe Temperatur zum Austritt aus den Stoffen gebracht werden können. Die Beobachtungen an Spektrallinien im magnetischen Felde bewiesen, daß die Schwingungen solcher Elektronen im Atom die Ursache der Linienspektra sind. Dieser Komplex von Tatsachen nötigte zu der Vorstellung, daß die Elektronen Bausteine der Elementaratome sind und weckte sogar die Hoffnung, das Grundproblem des Zusammenhanges der Elemente durch die Auffassung der Atome als Einlagerungen verschieden zahlreicher und verschieden angeordneter Elektronen in dieselbe positive Grundsubstanz zu lösen. Nun ist in den letzten Jahren wohl klar geworden, daß der innere Aufbau des Atoms an Mannigfaltigkeit dem Aufbau der Moleküle aus Atomen nichts nachgibt. Wir sind unter diesen Umständen noch recht weit davon entfernt, die chemischen Unterschiede der Elemente auf Zahl- und Bewegungsunterschiede in dieselbe positive Grundmaterie eingelagerter Elektronen erklären zu können. Wir können vorerst nur versuchen, die Mannigfaltigkeit der chemischen Erscheinungen in Gruppen aufzulösen, von denen einige den Schwingungen ausgezeichneter Elektronen im Atomverbande, andere den Eigenschaften der positiven Reste zugeschrieben werden, die bei den einzelnen Elementen vorerst individuell verschieden bleiben. Schon von diesem beschränkten Eindringen in den Atombau ist aber außerordentlich viel zu gewinnen. Erfolge sind bisher vorzugsweise auf dem Gebiet der Zustandseigenschaften der Stoffe zu verzeichnen. Aber auch für die Reaktionslehre darf man großen Nutzen erwarten, da es ganz den Anschein hat, daß die Quelle der Affinität in den Eigenschaften gewisser ausgezeichneter Elektronen gelegen ist. Bei den radioaktiven Veränderungen tritt der innere Aufbau des Atoms aus elektrischen Teilen unmittelbar zutage. Diese radioaktiven Veränderungen sondern sich indessen bisher von den chemischen Umsetzungen dadurch vollständig ab, daß sie freiwillig ohne unser Zutun geschehen und durch keine Einwirkung in ihrem Verlaufe beeinflußt werden. Auf der anderen Seite sind die geläufigen chemischen Reaktionen zwar häufig von elektrischen Erscheinungen begleitet, aber keine dieser Erscheinungen ist so geartet, daß man aus ihr eine ähnliche Beteiligung der zum Atombau gehörigen Elektronen an der chemischen Umsetzung hätte herleiten mögen. Das Auftreten von Elektronen in Flammen muß nicht notwendig der Reaktion zugeschrieben werden, sondern kann auch als Folge der hohen Temperatur aufgefaßt werden. Reaktionen, die bei gewöhnlicher Temperatur verlaufen, lassen zwar häufig in benachbarten Gasen elektrisch leitende Teile auftreten, aber dieselben sind in klaren Fällen nicht auf Elektronenemission bei der Reaktion zurückzuführen, sondern auf mechanische Zerreißung geladener Oberflächenschichten. So stehen sich radioaktive Verwandlungen und gewöhnliche chemische Umsetzungen als getrennte Erscheinungsgebiete gegenüber. Der Gedanke an eine Verknüpfung kann als die Aufnahme einer alten Idee

bezeichnet werden, die Lothar Meyer zu einer Zeit ausgesprochen hat, als die Fassung in der hier angegebenen Art noch nicht möglich war. Ihn beschäftigte die Frage, ob die chemische Umsetzung ihrem vollen Wesen nach dadurch dargestellt wird, daß wir dieselben Atome in einer chemischen Gleichung auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens verschieden anordnen. Zu seiner Zeit gab es außer den unveränderlichen Atomen nur den Äther, und die Frage nahm deshalb die spezielle Gestalt an, ob der Äthergehalt der Umsetzungsprodukte mit dem der Ausgangsstoffe gleich oder durch eine wägbare Differenz davon unterschieden sei. Die Frage ist dann insbesondere von Landolt eingehend mit dem Ergebnis studiert worden, daß eine wägbare Differenz dieser Art sich nicht nachweisen läßt. Aber schon bei Landolt wandelt sich die Fragestellung, indem nicht mehr der Äther, sondern die Elektronen als die Ursache des möglichen Unterschiedes angesehen werden. Durch den Nachweis von Umsetzungen, bei denen eine Emission von Elektronen stattfindet, wird die Frage bejahend in dem Sinne beantwortet, daß auch bei den gewöhnlichen chemischen Reaktionen die veränderte Gruppierung derselben Atome auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung nicht immer eine vollständige Beschreibung der Veränderung abgibt. Die gesamte Energieänderung, welche sich bei der chemischen Verbindung zweier einwertiger Elemente zu einem Molekulargewicht einer binären Verbindung im Höchstfalle zeigt, beträgt etwa 100 000 Gramm Kalorien und ist eine Millionmal geringer als diejenige beim Zerfall eines Atomgewichts Radium. Die Energie des Radiumzerfalls dient dazu, um die Elektronen nahezu mit Lichtgeschwindigkeit, die außerordentlich viel trägeren Alpha-Teilchen noch immer mit etwa 20 000 km Geschwindigkeit pro Sekunde zu entsenden. Wenn man sich vorstellt, daß bei einer chemischen Reaktion die Reaktionsenergie verwendet würde, um von jedem Molekül ein Elektron wegzutreiben, so würden diese Elektronen nur 1200 km Geschwindigkeit pro Sekunde haben. Elektronen von dieser Geschwindigkeit stellen aber ganz weiche Strahlen dar, welche schon durch eine verzögernde Kraft von 4 Volt am Fortgehen gehindert werden und wegen ihres geringen Durchdringungsvermögens in materiellen Schichten, welche dem Ursprungsorte benachbart sind, mit der größten Leichtigkeit stecken bleiben. Nun weiß man freilich nicht, ob sich die einzelnen Moleküle gleichartig verhalten werden. Es mag auch sein, daß die Geschwindigkeiten der ausgesandten Elektronen ein Geschwindigkeitsspektrum darstellen, in welchem auch rascher bewegte Teile nicht fehlen. Vielleicht geben überhaupt nur Atome, deren innerer Zustand im Reaktionsmomente besonders bevorzugt ist, eine Emission von Elektronen, die dann etwas größere Geschwindigkeit haben. Aber auf alle Fälle darf man nur ganz weiche Strahlen und auch diese nur bei den Reaktionen erwarten, die mit besonders hoher Energieänderung verlaufen. Solche weichen Elektronenstrahlen werden gar nicht bis zu einer Elektrode vordringen, an welcher man sie auffangen und nachweisen kann, wenn sie auf ihrem Wege von der Entstehungsstelle dorthin irgend ein dichteres Medium zu durchsetzen haben. Diese Überlegung führt auf den Gedanken, hochverdünnte Gase untereinander reagieren zu lassen. Aber auf diese Weise käme man nicht über das Ergebnis hinaus, welches die Flammen unter gewöhnlichem Druck liefern, weil die große Energieänderung an der Reaktionsstelle notwendigerweise die Masse auf hohe Temperatur bringt. Um das zu verhüten, muß man ein hochverdünntes Gas auf einen flüssigen oder festen Stoff von bedeutender Wärmekapazität einwirken lassen. Das Ergebnis des Versuches wird sonst immer durch den Zweifel getrübt bleiben, ob nicht eine gewöhnliche thermische Elektronenemission vor-

liegt. Die Verwendung fester Körper bietet dabei bedeutende Schwierigkeit, denn man muß die Oberfläche bei dem niederen Versuchsdruck beständig erneuern, wenn sich nicht alsbald eine Haut der Reaktionsprodukte bilden soll, in der die Strahlen stecken bleiben müssen. Damit kommt man auf die Reaktion von Flüssigkeiten mit hochverdünnten Gasen. Bei der Auswahl der Flüssigkeit ist dann zu erwägen, daß ihr Dampfdruck so klein wie möglich sein muß und daß sie andererseits nicht etwa erst mit dem Gase reagieren darf, nachdem es sich gelöst und in der Flüssigkeit verbreitet hat. Bei gewöhnlicher Temperatur findet man flüssige Stoffe, welche diesen Bedingungen genügen und zugleich imstande sind, mit Gasen Umsetzungen von großer Reaktionsenergie zu liefern, in der Legierung der Metalle Kalium und Natrium und in zahlreichen Amalgamen. Dann läßt sich noch als unedelster Stoff mit größter Reaktionsenergie das Caesium hinzunehmen, welches ganz dicht über die Zimmertemperatur hinaus noch flüssig ist. Dies sind die Stoffe, welche in den Kreis der Untersuchung gezogen worden sind. Um sich über den Gegenstand experimentell zu unterrichten, sieht man zweckmäßig zunächst von der Verwendung sehr niedriger Drucke ab und untersucht das Verhalten der metallischen Flüssigkeiten in Gasen, die sich unter atmosphärischen Bedingungen befinden. Elektronen werden in diesem Falle nicht gefunden werden können, da sie beim Austritt in den Gasraum sich an Gasmoleküle anlagern. Aber man kann die Bedingungen feststellen, unter denen negative Elektrizitätsträger im Gase auftreten und daraus lernen, wie man den Versuch später im Vacuum einzurichten hat. Wenn man die flüssige Legierung von Kalium und Natrium durch eine Metallkapillare entsprechend dieser Überlegung langsam in einen mit Gas von gewöhnlichem Druck erfüllten Raum tropfen läßt, sodaß ihre Oberfläche sich unablässig erneut, so findet man so lange keine elektrische Erscheinung, als der Gasraum mit den chemisch indifferenten Gasen Wasserstoff oder Stickstoff gefüllt ist; wenn man aber diese unwirksamen Gase mit kleinen Mengen anderer verunreinigt, die lebhaft auf die flüssige Metalllegierung einwirken, so läßt sich ein elektrischer Strom erhalten, indem man den negativen Pol einer Stromquelle an die metallene Tropfkapillare legt und den positiven mit einer Hilfselektrode verbindet, die sich einige Millimeter von dem Tropfen entfernt in dem Gasraum befindet. Kehrt man die Pole um, so ist keinerlei elektrische Wirkung mehr wahrzunehmen. Daraus sieht man, daß durch die Reaktion negative Träger und nur solche in den Gasraum getrieben werden. In der Wahl der chemisch aktiven Gase, die man dem indifferenten Stickstoff oder Wasserstoff beimengt, kann man sich mehr frei bewegen. Die Erscheinung tritt auf, sowohl wenn man Wasserdampf verwendet, als wenn man Chlorwasserstoffgas, Joddampf oder Sauerstoffgas benutzt. Auch die komplizierteren Dämpfe des Thionylchlorids und des Phosgens lassen sich verwenden. Ja beim Phosgen ist der Effekt am stärksten. Wählt man statt der flüssigen Legierung von Kalium und Natrium die Amalgame des Caesiums, des Kaliums oder Lithiums, so ist er schwächer, und innerhalb der Reihe der Amalgame selbst nimmt seine Intensität von Caesium über das Kalium zum Lithium, also in der Reihenfolge der chemischen Aktivität, stark ab. Um zu prüfen, ob diese Aussendung negativer Träger wirklich darauf beruht, daß Elektronen im Augenblicke der Umsetzung ausgesandt werden, läßt man das undifferente Gas weg und leitet den reaktionsfähigen Dampf bei sehr niedrigem Druck durch einen Raum, in welchem das flüssige Metall langsam durch eine Metallkapillare eintropft. Kaliumnatriumlegierung, die in ganz verdünnten Phosgendampf tropft, sendet dann einen Strahl negativer Elektrizität aus, der ein Elektrometer auf

ein Volt auflädt. Die Erscheinung vollzieht sich unter Ausschluß allen Lichtes, und der chemische Umsatz ist so gering, daß er den Tropfen höchstens um 2° erwärmen kann. Daß dieser Strahl wirklich aus Elektronen besteht, wird durch seine Untersuchung im magnetisch-elektrischen Felde bewiesen. Man findet dabei, daß die Strahlteilchen auf die Einheit der Masse jene ungeheure Ladung besitzen, welche nur Elektronen eigentümlich ist. Die Elektronenabgabe, welche die Entstehung eines Tropfens begleitet, erreicht schon ihren Höchstwert bei einer Ladung der Kapillare auf etwa 4 Volt. Verbindet man das Elektrometer mit einer sehr großen Kapazität, so kann man dann die ganze Elektrizitätsmenge, die ein einzelner Tropfen abgibt, auffangen und messen. Dabei ist der Wert 1,3. 0—7 Coulomb. ist mit Kaliumnatriumtropfen von 3 mm Durchmesser im Phosgendampf beobachtet worden. Wenn die Entstehung eines Chlorkaliummoleküls immer ein Elektron zur Aussendung bringt, so berechnet sich, daß der Tropfen an seiner Oberfläche 1012 Moleküle Chlorkalium entstehen lassen muß, um diese Elektrizitätsmenge zu liefern. Nun haben die Tropfen, um die es sich hier handelt, eine so große Oberfläche, daß 100mal mehr Chlorkaliummoleküle notwendig sind, um sie gleichförmig mit einer Chlorkaliumschicht von molekularer Dicke zu überziehen. Die wirklich entstehende Schicht ist jedenfalls noch dicker. Wenn also jedes Chlorkaliummolekül bei seiner Entstehung ein Elektron aussendet, so müssen wir annehmen, daß nur ein kleiner Bruchteil von diesen Elektronen an die Auffangeplatte gelangt. Ob die anderen in der Haut stecken bleiben, die gleichzeitig mit ihrer Aussendung entsteht, ob die lebendige Kraft, mit der sie die Molekülgrenze verlassen, nicht ausreicht, um die elektrostatischen Kräfte zu überwinden, die das abgeflogene Elektron in der allernächsten Nähe des Atoms sehr stark bremsen und zum aussendenden Molekül zurückbringen, oder ob schließlich überhaupt nur bevorzugte Chlorkaliummoleküle unter Elektronenemission gebildet werden, läßt sich vorerst nicht sagen. Benutzt man statt der Kaliumnatriumlegierung das unedlere Caesium dicht über seinem Schmelzpunkte, so findet man die freiwillige Ausladung anderthalb mal höher und die abgegebene Menge negativer Elektrizität pro Tropfen fast zehnmal größer. Die Zahl der aufgefangenen Elektronen ist aber auch hier viel kleiner als die Zahl der umgesetzten Caesiumatome. Wenn man statt des Phosgens das Brom verwendet, so findet man wiederum bei der Benutzung der Kaliumnatriumlegierung durch Beobachtung im magnetisch-elektrischen Felde, daß die zahlreich ausgesandten negativen Träger Elektronen sind. So liegt der Schluß nahe, daß in allen Fällen, in denen bei gewöhnlichem Drucke das Auftreten negativ geladener Träger im Gasraume wahrzunehmen ist, beim Vacuumversuch Elektronenstrahlen erscheinen. Aber die nähere Untersuchung zeigt, daß die Annahme nicht zutrifft. Nur bei der Einwirkung der unedelsten Metalle auf chemisch wirksamste Gase tritt freiwillig Aufladung und Abgabe von Elektronen ein. Mit sinkender Verwandtschaft der beteiligten Stoffe wird zunächst sowohl die freiwillige Aufladung wie die Zahl der abgegebenen Elektronen kleiner. Dann gesellen sich schwerere negative Träger den Elektronen zu. Auf der nächsten Stufe erscheinen nur noch diese geladenen materiellen Teilchen, zu deren Aussendung es kleiner beschleunigender Spannungen unter 2 Volt bedarf. In derselben Reihenfolge der Verwandtschaft wird mit der sinkenden Stärke des Effektes seine Auffindung schwieriger; man wird den mitgeteilten Beobachtungen entnehmen dürfen, daß an der Grenze der radioaktiven Erscheinungen gegen die bekannten chemischen Reaktionen ein Gebiet liegt, dessen Bearbeitung die darauf verwendete Mühe verlohnt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

